

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA

Nro 167

POHJAVESISIELVITYKSET

Vesi- ja ympäristöhallinnon
koulutuspäivät
Tampereella 25. - 26.1.1989
Taina Nysten

V E S I - J A Y M P Ä R I S T Ö H A L L I T U K S E N
M O N I S T E S A R J A

Nro 167

POHJAVESISSELVITYKSET

Vesi- ja ympäristöhallinnon
koulutuspäivät
Tampereella 25. - 26.1.1989
Taina Nysten

Vesi- ja ympäristöhallitus

Helsinki 1989

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

Julkaisua saa kuntatoimistosta

ISBN 951-47-2405-4
ISSN 0783-3288

Painopaikka: Vesi- ja ympäristöhallituksen monistamo,
Helsinki 1989

Julkaisija

Vesi- ja ympäristöhallitus

Julkaisun päivämäärä

17.5.1989

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)

Taina Nysten (toimittaja)

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

POHJAVESISELVITYKSET, Vesi- ja ympäristöhallinnon koulutuspäivät Tampereella 25.- 26.1.1989

Julkaisun laji

monistesarja

ToimeksiantajaToimielimen asettamispmJulkaisun osat

*

Tiivistelmä

Vesi- ja ympäristöhallitus ja Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri järjestivät koulutuspäivät 25. - 26.1.1989 Valtion virastotalon tiloissa Tampereella. Päivien teemana olivat pohjavesiselvitykset. Koulutuspäivien osallistujat pitivät tärkeimpänä opetuksellisenä antina käytännön kokemuksia pohjavesitutkimuksista ja uusista tutkimusmenetelmistä.

Pohjavesien käytön osuus yhdyskuntien vedenhankinnassa on n. 50 %. Keskeisin merkitys pohjavesien käytön lisäämisessä on ollut maastossa tehdyillä pohjavesiselvityksillä, joita kuntien, vesihuoltoryhmien ja muiden vedenkäyttäjien lisäksi vesi- ja ympäristöhallinto on suorittanut merkittävässä määrin. Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitustyön tarkoituksena on yhdyskuntien vdenaannin turvaamisen lisäksi kartoittaa kaikki hyödyntämiskelpoiset pohjavesivarat.

Päivillä käsiteltiin esimerkinomaisesti ongelmia, joita voi tulla tutkimus- ja koepumppauslupien suhteen sekä esimerkkitapauksia pohjaveden ottamista koskevista suunnitelmista. Vesioikeus on selvästi tiukentanut kantaansa pohjaveden ottamista koskevien suunnitelmien suhteen.

Koulutuspäivillä esiteltiin uutta tietoa pohjaveden virtauksen ja kaivon antoisuuden määrittämisestä. Kajaanin seudulta oli esimerkkejä perusteellisista pohjavesiesiintymien tutkimusvaiheista. Tutkimusmenetelmät, joihin yleensä on totuttu, eivät yksinään olleet käyttökelpoisia. Aluksi suoritettiin geofysikaalisia tutkimuksia ja sen jälkeen edettiin vaiheittain saatujen tulosten perusteella.

Porakaivojen koepumppauksesta esitettiin käytännön esimerkit Virtain Kurjenkylän ja Kiihtelysvaaran Keskijärven alueilta. Suomessa kaivonporaus työ suoritetaan yleensä suullisen sopimuksen mukaan. Esitellyssä luonnoksessa kaivonporauksen urakkasopimusmalliksi on tavanomaisen sopimusaineiston lisäksi kerätty asioita, joiden on todettu aiheuttavan erimielisyyksiä erilaisissa valitus- ja oikeustapauksissa.

Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiirissä on kehitetty porakaivokortti, johon kootaan tärkeimmät kaivoja koskevat tiedot. Kortit kootaan kunnittain porakaivotiedostoksi. Tiedostoa käytetään jatkuvasti porakaivopaikkojen tutkimusten perusaineistona ja yksittäisten talouksien kaivonpaikan neuvonnassa.

Suomessa kaivonporauksessa käytetään lähes yksinomaan eräänä kiertoporauksen sovellutuksena käytettävään uppoporaukseen perustuvia porausmenetelmiä. Koulutuspäivillä esiteltiin lähinnä uppoporaukseen soveltuvia laitteita.

Vasaraseismisellä refraktioluotaimella saadaan arvokasta tietoa erityisesti kallioperän heikkousvyöhykkeiden paikallistamisessa. Luotain on luotettava tutkimusväline maapeitteen paksuuden ja pohjaveden syvyyden selvittämisessä. Maavastusluotauksella voidaan selvittää maaperän horisontaalivaihteluja ja paikantaa kallioperän rikkonaisuusvyöhykkeitä.

Pohjaveden laadullista tutkimusta tarvitaan nykyisin yhä useammin. Kenttälaboratorio HACH DREL 1 C:stä on hyviä käyttökokemuksia sekä Tampereen että Kuopion vesi- ja ympäristöpiireissä. Huolellisella ja kriittisellä työskentelyllä päästään varsin tarkkoihin tuloksiin.

Pohjaveden laatu on yleensä selvästi parempi kuin pintavesien. Myös pohjaveden käyttö edellyttää usein jonkinasteista käsittelyä. Hidassuodatus on yleistynyt viime vuosina nopeasti pohjaveden puhdistuksessa. VYR- ja eritasopumppausmenetelmät on kehitetty noin kymmenen vuoden aikana.

Haja-asutuksen vedenhankinnan tavoitteena on hyvälaatuisen paineveden saaminen kaikelle pysyvälle asutukselle. Haja-asutuksen vedenhankinnan suunnittelussa hallitaan parhaiten yhteisen vedenhankinnan yksityiskohtainen suunnittelu, mutta yleissuunnittelutasolla ja kiinteistökohtaisessa vedenhankinnassa suunnittelussa on ollut vaikeuksia.

Asiasanat (avainsanat)

Pohjavesi, pohjavesiselvitykset, vedenhankinta, porakaivo, pohjaveden laatu ja koepumppaus

Muut tiedot

*

Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 167

ISBN

951-47-2405-4

ISSN

0783-3288

Kokonaissivumäärä

118

Kieli

Hinta

Luottamuksellisuus

Jakaja

Vesi- ja ympäristöhallitus/kuntatoimisto

Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus

S I S Ä L L Y S	Sivu
AVAUS Altti Luoma	7
POHJAVESISELVITYKSET - VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON TOIMINTA JA TAVOITTEET Antti Jokela	9
POHJAVESIALUEIDEN KARTOITUS- JA LUOKITUSTYÖN TOTEUTTAMINEN (KOKEMUKSIA) Paavo Päättalo	16
POHJAVESISELVITYKSET KAJAANIN SEUDULLA Pekka Kiviniemi	21
ESIMERKKEJÄ ONGELMISTA, JOITA VOI TULLA TUTKIMUS- JA KOEPUMPPAUSLUPIEN SUHTEEN SEKÄ ENNAKKOTAPAU OIKEUSPÄÄTÖKSESTÄ Aulis Korhonen, Matti Innamaa	32
KAKSI ESIMERKKIÄ PORAKAIVOJEN KOEPUMPPAUKSESTA Esa Rönkä	37
URAKKASOPIMUSMALLI KAIVONPORAUKSEEN Ilmo Kivimäki	46
KESKI-SUOMEN VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRIN PORAKAIVOTIEDOSTO Jorma Mäkelä	49
KAIVONPORAUSLAITTEET JA KAIVOJEN PORAAMINEN Heikki Ranta	55
KOKEMUKSIA VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON UUSISTA KENTTÄTUTKIMUSVÄLINEISTÄ:	
VASARASEISMINEN REFRAKTIOLUOTAUS Jorma Mäkelä	59
MAAVASTUSLUOTAUS Tapio Strandberg	64
KENTTÄLABORATORIO HACH DREL 1 C Matti Vänskä	67

UUTTA POHJAVEDEN VIRTAUKSEN JA KAIVON ANTOISUUDEN MÄÄRITYKSESTÄ Risto Reijonen	70
POHJAVEDEN BIOLOGINEN KÄSITTELY: HIDASSUODATUS, VYR- JA ERITASOPUMPPAUSMENETELMÄ Tuomo Hatva	81
HAJA-ASUTUKSEN VEDENHANKINNAN SUUNNITTELU Matti Innamaa	95
HAJA-ASUTUKSEN VEDENHANKINNAN KEHITTÄMISPROJEKTI Esko Mälkki	107
YHTEENVETOA ARVIOINTILOMAKKEISTA	115
PÄIVIEN OHJELMA	116
OSALLISTUJALUETTELO	118

Altti Luoma
Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri

POHJAVESISSELVITYKSET
25. - 26.1.1989

Viime aikoina on pohjavesistä keskusteltu runsaasti. Kärkölän pohjavesiesiintymän pilaantuminen havahdutti julkisen sanan. Hyvien pohjavesien arvostus on jatkuvasti noussut. Tällä hetkellä jo puolet käytetystä talousvedestä on pohjavettä.

Pohjavesiesiintymiin on vahvoja kilpailevia intressejä. Soranoton ja rakentamisen osalta on yleensä samalla kysymys suurista taloudellisista arvoista.

Meidän viranomaistenkin on pakko todeta, että pohjavesiin liittyvät selvitykset ja tutkimukset ovat jääneet syrjityksi pintavesitutkimusten rinnalla. Pintavedet ovat jo varsin laajalti kartoitetut, niiden tila ja määrä ovat selvillä. Pohjavesien osalta vastaavaa tietoutta ei vielä ole.

Pohjavesiesiintymät on meillä luokiteltu yhdyskunnille tärkeiden pohjavesiesiintymien osalta. Tämän luokituksen täydentäminen ja laajentaminen koskemaan yleisesti pohjavesiesiintymiä on vesi- ja ympäristöhallinnolle suuri ja vaativa tehtävä. Siinä tarvitsemme yhteistyötä muiden viranomaisten ja eri intressiryhmien kanssa. Tampereen piirissä voimavaramme riittävät asian hoitamiseen enintään muutaman kunnan vuosivauhdilla. Mutta tämän työn pyrimme tekemään huolellisesti, huti-loimatta. On tärkeätä, että tarpeellinen vedenhankinta näin tulee turvatuksi. Luokituksella ei ole paljon arvoa, jos me emme voi siinä osoittaa myös niitä pohjavesialueita, joilla vedenhankinnan kannalta ei ole merkitystä.

Pohjavesien entistä tarkempaan laadulliseen tutkimukseen on nykyisin yhä suuremmat tarpeet. Viittaan taas jo edellä mainitsemaani Kärkölän tapaukseen. Meidän tulisi tietää pohjavesissä mahdollisesti olevat myrkylliset, ihmiselle vaaralliset aineet. Velvoitetarkkailun laajentaminen voi eräissä tapauksissa olla aivan paikallaan. Pohjavesien laadullinen tutkimus on nopeasti kehittynyt. Kuitenkin Tampereen piirin alueelta on kokemuksia, miten eri yliopistojen tutkimuslaitokset ovat eräiden hyvin pieninä pitoisuuksina esiintyneiden aineiden osalta saaneet ristikkäisiä tutkimustuloksia.

Piirien omaa tutkimusvalmiutta on myös tarpeen parantaa, ainakin useammin tehtävien analyysien osalta. Monen piirin laboratorioden uusiminen, niin myös Tampereen, on lähivuosina käynnistymässä. Ainakin niiden yhteydessä tulisi lisääntyvät pohjavesien tutkimustarpeet ottaa huomioon.

Haja-asutuksen vesihuolto on viime vuosina ollut paljon esillä työryhmämietinnöissä, suunnitelmissa ja vaikuttajien puheenvuoroissa. Asenteet myös kunnissa ovat muuttuneet. Kunnollisen vesihuollon järjestäminen on monen kylätoimikunnan tavoitelistalla ensimmäisenä. Tampereen piirin kohdalta oli mieluisaa todeta, kun valtakunnalliseksi vuoden kyläksi viime vuonna nimitettiin Karvian Suomijärven-Tuulenkylän alue. Ensimmäisinä perusteluina nimitykselle oli kyläkunnan yksimielisyys ja aktiivisuus alueen vesihuollon järjestämisessä.

Vaikka valtakunnan budjetti ei vielä juurikaan ole ottanut huomioon maaseudun vesihuollon järjestämisen tarpeita, on meille piireille osoitettu erityistehtävänä maaseudun vesihuollon edistäminen, vedenottopaikkojen selvittäminen. Tämä on oma vaativa haasteemme. On selvää, että elävää maaseutua ei voi olla ilman, että siellä on järjestetty nykyajan tarpeita vastaava vesihuolto.

Pohjavesiselvityksiin liittyvät ajankohtaiset asiat ja ongelmat ovat näiden päivien ohjelmassa monipuolisesti mukana. Uskon, että huomisen jälkeen olette viisaampia ja asianmukaiset pohjavesiselvitykset muodostuvat olennaiseksi osaksi piirien toimintaa. Toivotan menestystä pohjavesiselvityspäiville.

POHJAVESISELVITYKSET

25. - 26.1989

Tampere

Toimistopäällikkö Antti Jokela

POHJAVESISELVITYKSET - VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON**TOIMINTA JA TAVOITTEET****Pohjaveden määrä ja käyttö**

Sora- ja hiekkamuodostumien sisältämästä pohjavedestä on esitetty Suomessa vain karkeita arvioita. Jos otetaan huomioon ne pohjavesiesiintymät, joista saataisiin vettä yli 100 m³/d, olisi pohjaveden kokonaisvirtaama 60 ... 80 m³/s. Jos esiintymien antoisuuden alarajana käytettäisiin vesimäärää 250 m³/d, olisi virtaama 46 m³/s. Suuri osa esiintymistä on kuitenkin alueilla, jotka sijaintinsa vuoksi eivät palvele vedenhankintaa näillä näkymillä.

Tärkeiden pohjavesialueiden kartoitus on suoritettu vuosina 1973 - 76 ja 1977 - 82. Alueita on yhteensä 1 186 kpl ja niiden yhteenlaskettu pinta-ala 4 195 km². Tärkeiden pohjavesialueiden kokonaisvesimääräksi on laskettu noin 22,5 m³/s, josta on käytössä yli 30 % (n. 6,9 m³/s vuonna 1987).

Pohjavesien käytön osuus yhdyskuntien vedenhankinnassa on viimeisten vuosikymmenten aikana kasvanut keskimäärin 1 - 2 prosenttiyksiköllä vuodessa. Kun pohjavesien osuus yhteisten vesilaitosten jakamasta vedestä vuonna 1970 oli vain 32 prosenttia, oli prosenttiluku vuonna 1987 50 prosenttia eli keskimäärin lähes 600 000 m³ vuorokaudessa. Vesi- ja ympäristöhallinnon toiminta- ja taloussuunnitelmassa on pohjaveden käytön tavoitteeksi vuodelle 1994 asetettu 54 prosenttia yhteisten laitosten vedenkulutuksesta. Reaaliset mahdollisuudet nostaa pohjaveden osuus noin 60 prosenttiin vuoteen 2000 mennessä ovat olemassa. Tekopohjaveden osuus olisi tällöin noin 10 prosenttia, kun se nykyisin on 4 - 5 prosenttiyksikköä.

Vesihallinnon toimenpiteistä

Valtion vesiviranomaisten toimesta pohjavesien hyväksikäyttöä on pyritty edistämään muun muassa pohjavesien karttapohjaisella inventoinnilla, käyttöön liittyvillä yleisselvityksillä, vesihuollon suunnittelulla ja rakentamisen rahoitustuella. Keskeisin merkitys pohjavesien käytön lisäämisessä on kuitenkin ollut maastossa tehdyillä pohjavesiselvityksillä, joita kuntien, vesihuoltoyhtymien ja muiden vedenkäyttäjien lisäksi vesihallinto on merkittävässä määrin suorittanut.

Vesihallinto on vuodesta 1970 lähtien käyttänyt näihin töihin erillismäärärahoja yli 50 milj. mk, josta 1980-luvulla lähes 34 milj. mk. Näiden lisäksi tulevat vielä varsinaisesti palkattujen henkilöiden työn osuus ja valtion kaluston käyttö. Liitteessä 1 on nähtävissä pohjavesiselvityksiin käytetyt määrärahat v. 1980 - 1988 vesi- ja ympäristöpiireittäin.

Tarkoitukseen osoitetut varat ovat lähes yksinomaan olleet työllisyysvaroja, mistä johtuu varojen varsin epätasainen jakautuminen maan eri osiin. Vasta vuodesta 1985 lähtien valtion tulo- ja menoarviossa on ollut erillinen määräraha vedenhankinnan pohjavesiselvityksiin. Määrältään ne ovat kuitenkin työllisyysvaroihin nähden olleet verraten vaatimattomia. Tänä vuonna ko. määräraha on 1,25 mmk. Pohjavesiselvitysten edistymisen kannalta valitettavaa on, että viime vuosien aikana työllisyystilanteen parane- misesta johtuen työllisyysmäärärahat ovat vähentyneet nimettyjen budjettimäärärahojen lisäystä enemmän ja näin pohjavesiselvityksiin käytettävissä olleet varat ovat itse asiassa vähentyneet. Vuoden 1989 pohjavesiselvityk- siin osoitettujen varojen tähänastinen määrä ja niiden jakautuminen vesi- ja ympäristöpiireittäin ilmenee liit- teestä 2.

Pohjavesiasioiden edistyminen ei ole riippuvainen yksin- omaan pohjavesiselvityksiin osoitettavista määrärahois-

ta. Erillisen pohjavesiprojektin esittämät toimenpiteet vesi- ja ympäristöhallinnossa määrärahatarpeineen on mainittu oheisessa liitteessä. Suurin osa niistä on käynnistynyt. Erityisen merkittävänä voidaan pitää soveltavaan tutkimukseen liittyvää haja-asutuksen vedenhankinnan kehittämisprojektia, jota varten valtion tulo- ja menoarviossa on osoitettu kolmeksi vuodeksi erillinen noin 0,8 milj. markan vuotuinen määräraha.

Pohjavesiselvitykset tulevaisuudessa

Pohjaveteen liittyvien toimenpiteiden toteutumista lähitulevaisuudessa voidaan tarkastella vesi- ja ympäristöhallinnon toiminta- ja taloussuunnitelman v. 1990 - 1994 perusteella. Sen mukaan suunnittelukaudella suoritetaan pohjavesialueiden selvitys, jossa alueet kartoitetaan ja luokitellaan käyttökelpoisuuden ja suojelutarpeen mukaan. Vesi- ja ympäristöhallinnon erääksi tärkeimmäksi tehtäväalueeksi katsotaan yhdyskuntien ja haja-asutuksen vedenhankinnan kehittäminen. Erityisesti pyritään turvaamaan taajamien terveydellisesti turvallisen juomaveden saanti sekä parantamaan haja-asutusalueiden vedensaantimahdollisuuksia. Myös kriisitilanteisiin, ympäristövahinkoihin ja -onnettomuuksiin pyritään ennakolta varautumaan. Pohjavesien hyväksikäyttöä edistetään ja tehostetaan niiden suojelua.

Toiminta- ja taloussuunnitelmassa esitetyssä pohjavesiasioiden kehittämissuunnitelmassa esitetään, että pohjavesiasioiden hoitoon osoitettujen varojen selvä tasokorotus on välttämätön, jotta pohjavesiasioiden hoidolle saataisiin riittävät perusedellytykset. Tulo- ja menoarviossa pohjavesiselvityksiin ja pohjavesien suojeluun osoitettavien määrärahojen tulisi kehittämissuunnitelman mukaan oleellisesti kasvaa. Pohjavesiselvityksiin tulisi osoittaa yhdessä työllisyysvarojen kanssa 5,2 milj. markkaa ja pohjavesien suojeluun 1,3 milj. markkaa vuodessa. Myöskin henkilöstö- ja kalustoresursseja tulisi saada lisää. Vesi- ja ympäristöhallinnon toiminta- ja taloussuunnitelma on kollegion hyväksymä. Ympäristö- sekä maa- ja

metsätalousministeriö eivät ole ottaneet omista toiminta- ja taloussuunnitelmissaan yksityiskohtaisesti kantaa pohjavesiä koskeviin määrärahatarpeisiin. Kuitenkin ympäristöministeriö korostaa pohjavesien suojelua ja sitä edistävien toimenpiteiden tarpeellisuutta. Maa- ja metsätalousministeriö katsoo, että vesi- ja ympäristöhallinnon tehtävien pääpaino ko. ministeriön tehtävien osalta on Pohjanmaan tulvasuojelun lisäksi yhdyskuntien ja haja-asutusalueiden vesihuollon kehittämisessä. Kriisiaikojen vesihuollon toiminnan turvaaminen mainitaan eräänä valtion rahoituksen lisätarvetta aiheuttavana toimenpiteenä.

Toiminta- ja taloussuunnitelmassa esitettyjen kannanottojen perusteella näyttää ilmeiseltä, että pohjavesiselvitykset ja yleensä pohjavesiasiat ovat myötätuulessa valtion hallinnossa. Vuotuisista valtion tulo- ja menoarvioista kuitenkin viime kädessä riippuu, kuinka paljon resursseja tarkoitukseen saadaan. Oleellista on myöskin se, kuinka vesi- ja ympäristöhallinnossa jo olevia henkilöstö- ja kalustoresursseja suunnataan pohjavesiasioiden hoitamiseen. Huomattavalta osalta pohjaveteen liittyvien tehtävien edistyminen riippuu siitä, miten tärkeänä niitä omassa hallinnossamme pidetään sen muiden tehtävien rinnalla.

POHJAVESISELVITYKSIIN MYÖNNETYT VARAT VUOSINA 1980 - 1988 (1 000 MK)

VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRIT	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	YHTEENSÄ
HEVY	-	-	-	-	-	20	120	140	150	430
TUVY	-	-	-	-	-	30	100	130	150	410
TAVY	60	-	-	-	170	200	410	230	150	1 220
KYVY	45	55	-	100	-	60	100	100	80	540
MIVY	30	75	140	175	285	230	310	230	70	1 545
KUVY	490	330	390	580	670	160	340	450	600	4 010
PKVY	100	160	80	240	280	240	370	270	480	2 220
VAVY	260	310	650	570	550	250	570	550	400	4 110
KSVY	120	300	265	300	280	180	270	440	310	2 465
KOVY	130	190	210	190	340	440	290	240	120	2 150
OUVY	530	580	860	735	555	790	650	580	420	5 700
KAVY	190	260	180	120	75	240	370	380	310	2 125
LAVY	580	720	343	685	820	730	930	1 020	750	6 578
JAKAMATON									130	130
YHTEENSÄ	2 535	2 980	3 118	3 695	4 025	3 560	4 830	4 760	4 120	33 633

POHJAVESISELVITYKSIIN OSOITETUT MÄÄRÄRAHAT (1 000 mk) V. 1989

Vesi- ja ympäristöpiiri	30.40.23	Momentti 34.50.77	Yht.
Helsingin	150		150
Turun	150		150
Tampereen	150		150
Kymen	100		100
Mikkelin	70		70
Kuopion	50	250	300
Pohjois-Karjalan	50		50
Vaasan	100		100
Keski-Suomen	60	100	160
Kokkolan	50		50
Oulun	100	930	1 030
Kainuun	50	170	220
Lapin	50	540	590
VYH	120		120
Yhteensä	1 250	1 990	3 240

POHJAVESIPROJEKTIN V. 1985 ESITTÄMÄT TOIMENPITEET
VESIHALLINNOSSA

- POHJAVESIVAROJEN INVENTOINTI JA LUOKITUS
- VEDENHANKINNAN KEHITTÄMISOHJELMIEN LAATIMINEN
- POHJAVESISELVITYSTEN TEHOSTAMINEN
- POHJAVESIEN SUOJELUN JA VALVONNAN TEHOSTAMINEN
- SOVELTAVAN TUTKIMUKSEN LISÄÄMINEN
- TOTEUTUSJÄRJESTELYT (POHJAVESIRYHMÄT JA POHJAVESI-
ASIOIDEN YHTEISTOIMINTA-ALUEET)
- JOHTORYHMÄ VUOSIKSI 1986 - 1988

RAHOITUKSEN 5-VUOTISOHJELMA (VUODEN 1985 TASO)

- | | |
|---|---------------|
| - VEDENHANKINNAN POHJAVESISELVITYKSET | 5,2 MILJ.MK/V |
| - SUOJELUN JA VALVONNAN POHJAVESI-
SELVITYKSET | 1,3 MILJ.MK/V |
| - TUTKIMUS | 1,6 MILJ.MK/V |
| - HENKILÖSTÖJÄRJESTELYT | 1,0 MILJ.MK/V |
| - KALUSTO | 0,7 MILJ.MK/V |

Kovy 24.1.1989
Paavo Päätaalo

POHJAVESISELVITYKSET
25.-26.1.1989
Tampere

POHJAVESIALUEIDEN KARTOITUS- JA LUOKITUSTYÖN TOTEUTTAMINEN (KOKEMUKSIA)

1. Yleistä

Tärkeiden pohjavesialueiden kartoitustyö suoritettiin ensimmäisen kerran 1970-luvun alkupuolella. Silloista kartoitustyötä vaikeuttivat mm. korkeuskäyrillä varustettujen peruskarttojen puuttuminen, pohjavesitietämyksen vähäisyys sekä kokemattomuus pohjavesiasioissa. Kuluvan vuosikymmenen alussa valmistunut tärkeiden pohjavesialueiden kartoitustyö oli tasoltaan huomattavasti aiempaa kartoitustyötä parempi. Siitä on ollut erittäin paljon apua piirin toiminnassa, se on ollut ja on edelleen välttämätön apuväline erilaisten lausuntojen antamisessa. Ilman sitä ei maa-aineslain mukanaan tuomasta lausunteruuhkasta olisi selviydytty.

Hyvälaatuisen ja raikkaan pohjaveden merkityksen kasvu yhdyskuntien vedenhankinnassa on tuonut korostuneesti esille sen, että vesihallinnossa olevalla pohjavesitietämyksellä on tärkeä ja ratkaiseva merkitys yhdyskuntien vedenhankinnan kehittämisessä ja turvaamisessa. Kuluvan vuosikymmenen puolivälissä voimaan astunut terveydenhuoltolain muutos toi mukanaan paljon lisätietoa, varsinkin pienistä alle 200 asukkaan, vesilaitoksista. Käynnistymässä olevaan pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitustyöhön sisältyy uutuutena myös pienten vesilaitosten (yli 10 asuinhuoneistoa) huomioonottaminen. Uutta on myös se, että kartoitustyötä ei tehdä yksinomaan yhdyskuntien vedenhankintatarpeiden näkökulmasta, vaan pyritään selvittämään hyödyntämiskelpoiset pohjavesivarat kokonaisuudessaan.

2. Kartoitus- ja luokityön lähtökohdat ja tavoitteet

Keskeinen lähtökohta ja tavoite tärkeiden pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitustyössä tulee olla yhdyskuntien vedensaannin turvaaminen nyt ja tulevaisuudessa. Tarvittava tieto löytyy pääosin 1980-luvulla valmistuneista vesihuollon yleissuunnitelmista ja kriisiajan vedenhankintaselvityksestä. Pieniä vesilaitoksia koskevaa tiedostoa

täytyy tämän työn yhteydessä tarkentaa, keskeinen tietolähde on tällöin paikallinen terveystarkastaja.

Kartoitus- ja luokitustyön tavoitteena tulee olla myös se, että jokainen pohjavesialue tulee käyttökelpoisuutensa ja suojelutarpeensa perusteella tarkoituksenmukaiseen luokkaan ja että luokkaa koskevat myöhemmät muutokset tapahtuvat hallitusti ja vesiviranomaisten suostumuksella.

3. Pohjavesialueiden käyttökelpoisuus- ja suojeluluokituksessa esille tulevia ongelmia

3.1 Vedenhankinnalle tärkeä pohjavesialue, luokka I

Tähän luokkaan kuuluvilla pohjavesialueilla on suojelutarve yleensä suuri, koska käyttötarve vedenhankinnan kannalta on tiedossa. Eturistiriidat ovat törmänneet voimakkaimmin yhteen tärkeillä pohjavesialueilla. Uudistuneen kartoitus- ja luokitustyön myötä yhteentörmäykset näillä alueilla todennäköisesti lisääntyvät, koska "pieniä" vedenottamoita voi olla aivan asutusalueiden keskellä ja/tai pohjaveden laatua tai määrä vaarantavien toimintojen välittömässä läheisyydessä.

3.2 Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue, luokka II

Tähän luokkaan kuuluvien pohjavesialueiden määrä jäänee vähäiseksi, ellei luokkaan I kuuluvia laaja-alaisia pohjavesialueita, joilla on suhteellisen pieni vedenottamo, aleta keinotekoisesti rajaamaan pääosin luokkaan II.

Tähän luokkaan kuuluvien pohjavesialueiden suojelu voi käytännössä osoittautua vaikeaksi, koska vesioikeuskäsittelyssä ei kovin suurten painoarvoa panna pelkille väitteille eikä "mututeorialle", vaan kaivataan näyttöä ja tosiasioita.

Vesilaki tuntee tämän luokan pohjavesialueet, mutta rivikansalainen voi pitää suojelua liioitteluna.

3.3 Muu pohjavesialue, luokka III

Pohjavesialueiden sijoittaminen luokkiin III T ja III R olisi monessa tapauksessa toivottavaa, mutta jos alueella on yli 10 talouden ve-

denottamo, joudutaan se ohjeiden mukaan sijoittamaan luokkaan I ja ryhtymään muihin vesilain yleiselle valvojalle kuuluviin toimiin. Ohjeiden mukaan alue, jolta saatava vesi ei ole puhdistamiskelpoista tai joka on veden ottoon muuten soveltumaton, voidaan jättää luokittelematta. Kun katsotaan pohjaveden raakavesiluokitusta (Kaupunkiliiton julkaisu B 192, Hki 1984) ja siinä laatuluokkaa IV (huono), tuntuu itsestään selvältä, että arvosteltaessa pohjavettä likaantumista ja pilaantumista osoittavien muuttujien perusteella, voidaan pohjavesialue jättää luokittelun ulkopuolelle. Arvosteltaessa raakaveden laatua veden käsittelyä edellyttävien muuttujien perusteella, tulee rajan veto varsinkin Pohjanmaan rannikkoalueella vaikeaksi, koska käytössä olevissa pohjavesilaitoksissa, saattaa esim. rautapitoisuus ylittää määrän 100 mg/l, mangaani olla yli 2,0 mg/l ja KMnO_4 -luku lähennellä sataa.

Käytännössä rajanveto luokiteltavan ja luokittelemattoman pohjavesialueen välillä jouduttaneen tekemään paikallisten olosuhteiden, lähinnä saatavissa olevan pohjaveden määrä ja laadun, perusteella.

Tähän luokkaan kuuluvia pohjavesialueita ei vesilaki tunne, joten vesilain soveltaminen varsinkin luokkaan III R kuuluvien pohjavesialueiden osalta kaipaa lisäselvitystä.

4. Soveltaminen kaavoihin

Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusohjeiden mukaan kaavoituksella voidaan vaikuttaa merkittävästi pohjavesivarojen suojelun toteutumiseen.

Vaasan läänin seutukaavaliitossa valmisteilla olevaan luonnonvaraseutukaavaan liittyvän osaselvityksen "Tehokkaan maa-ainesten oton alueet" yhteydessä näytti, varsinkin selvityksen alkuvaiheessa, että selvitystyö on pahasti ristiriitainen pohjavesien suojelua koskevien tavoitteiden kanssa. Muut luonnonsuojelunäkökohdat oli kyllä huomioitu alusta lähtien, mutta tärkeiden pohjavesialueiden kartoituksen merkitys näytti olevan se, että maa-aineksen otto ohjattiin tiedossa oleville pohjavesialueille. Vesi- ja ympäristöpiirien sekä seutukaavaliiton kanssa käyttäjien tiukkojen ja mielenkiintoisten neuvottelujen jälkeen näyttää pohjavesien suojelu saavan paremmin jalansijaa.

Kuntatasolla on paljon paineita pohjavesialueiden käyttämiseen myös muuhun, paremmin taloudellista hyötyä tuottavaan, toimintaan. Sovel-

tuvathan pohjavesialueet hyvin mm. asunto- ja teollisuusalueiksi. Meneillään olevan vapaakuntakokeilun ja vireillä olevan rakennuslain uudistuksen kautta on todennäköistä, että kunnat pääsevät entistä itsenäisemmin päättämään kaavoitusasioista. Toivoa sopii, että kunnilla on riittävästi malttia harkita, millaiset päätökset ovat kunnan edun mukaisia pitkällä aikajänteellä tarkasteltuna.

5. Yhteenveto

Pohjavesialueiden kartoittamiseksi on vesihallinto 1970- ja 1980-luvulla tehnyt mielestäni hyvää työtä. Käytettävissä olevasta tärkeiden pohjavesialueiden kartoitustyöstä on ollut erittäin suuri apu. Silloisen kartoitustyön vetäjille ja työn suorittajille täytyy antaa kiitos hyvin suoritetusta työstä.

Tätä uutta kartoitus- ja luokitustyötä on piirimme alueella aloitettu kesällä 1988. Kokemukset yhden kesän osalta jäivät niin vähiin, ettei niistä oikein voi "rintaäänellä" puhua. Toivoa sopii, että harjoittelija saataisiin tulevinakin kesinä ja että sama henkilö voitaisiin palkata useampana kesänä peräkkäin.

Vaikka pohjavesiasioita koskeva tuntemus on merkittävästi lisääntynyt 1970- ja 1980-luvulla, tuntuu siltä, että tietämisen tarve on kasvanut vielä nopeammin. Aivan liian usein joudutaan väitteet ja näkemykset perustamaan "mutu-teorian" varaan.

Tämän pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitustyön yhteydessä tulee eteen varmasti monta hyvin kiperää ja "harmaita hiuksia" tuottavaa ongelmaa. Vakaa käsitykseni on, että mikäli näistä pohjavesien hyödyntämiseen ja suojeluun liittyvistä tehtävistä aiotaan jatkuvasti pienenevillä resursseilla selvitä, täytyy tämä pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitustyön toteuttaminen panna etusijalle lähivuosien työohjelmissa.

Keskustelua:

- Vesi- ja ympäristöpiireille ei ole tullut kehotuskirjettä pohjavesialueiden kartoituksen suorittamisesta. Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusohjeet ja liitekirje on lähetetty viime kesänä. Koska kehotuskirjettä ei ole lähetetty, VYH:n ohjeita on tulkittu siten, että kartoitustyötä ei vielä tarvitse tehdä ja kartoitus tehdään piireissä muun työn ohessa.
- Keskusvirasto katsoo, että vesi- ja ympäristöpiireille lähetetty kirje on käskykirje ja kartoitus viedään eteenpäin niillä resursseilla, mitä vesi- ja ympäristöpiireillä on. Henkilöresursseja pitää saada ja myös harjoittelijavoimia pitäisi suunnata tähän tarkoitukseen. Keskusvirastolla ei ole osoittaa mitään erillisresursseja, mutta piirien johtajien toivotaan suuntaavan varoja kartoitukseen ja piirien toivotaan ottavan asian esille omissa esityksissään.
- Keskusviraston pitäisi suunnata rahoja pohjavesialueiden kartoitukseen.

Pekka Kiviniemi

Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri

POHJAVESISELVITYKSET

Tampere 25. - 26.1.1989

POHJAVESISELVITYKSET KAJAANIN SEUDULLA

1. Yleistä

Kajaanin kaupungin vedenkulutus on keskimäärin $8.000 \text{ m}^3/\text{d}$. Tästä pohjaveden osuus on pyöreästi $6.000 \text{ m}^3/\text{d}$ eli 75 % (vaihteluraja 60 - 80 %). Kajaaninjoen pintavettä käytetään noin $2.000 \text{ m}^3/\text{d}$.

Pohjavesi johdetaan noin 10 km taajamasta pohjoiseen sijaitsevalta Matinmäen - Mustikkamäen harjualueelta. Alueelle on rakennettu neljä pohjavedenottamo, joista ensimmäinen, Matinmäki, rakennettiin jo vuonna 1971. Muut kolme, jotka sijaitsevat harjualueen itäosassa, on otettu käyttöön syksyllä 1986.

Vesioikeuden päätösten mukaan vedenottamoista saadaan ottaa pohjavettä yhteensä keskimäärin $7.600 \text{ m}^3/\text{d}$. Käytännössä tähän määrään ei ole päästy, vaan veden otto on jouduttu pysyttämään edellä kerrotussa määrässä.

2. Aikaisemmat pohjavesitutkimukset

Matinmäen pohjavedenottamon rakentaminen on perustunut Suunnittelukeskus Oy:n vuonna 1969 tekemiin pohjavesitutkimuksiin. Sen jälkeen vesipiiri jatkoi tutkimuksia vuosina 1974 - 1976. Harjun itäosaan rakennetut kolme pohjavedenottamo on tehty vesipiirin selvityksiin

perustuen. Tosin kaksi vedenottamoa, Salmijärvi ja Mustikkamäki on rakennettu hieman eri kohtiin kuin raporteissa ehdotettiin.

Matinmäen - Mustikkamäen harju on määritetty tärkeäksi pohjavesialueeksi. Pohjaveden muodostumisalueen pinta-ala on $18,6 \text{ km}^2$ ja arvioitu kokonaisantoisuus $7.500 \text{ m}^3/\text{d}$. Tämä arvio perustuu tehtyihin pohjavesiselvityksiin. Koko alue huomioonottaen täällä muodostuu pohjavettä huomattavasti enemmän, mutta sitä purkautuu eri puolilta harjua niin, että koko määrää ei ole saatu käyttöön.

3. Pohjavesitutkimusten jatkaminen

Kun Kajaanissa 1980-luvulla alettiin suunnitella Mustikkamäen pohjavesiprojektia, niin silloin toki tiedettiin ja päättäjätaholle tehtiin selväksi, että ko. alueelta käyttöön saatavat pohjavesimäärät eivät riitä täyttämään koko veden tarvetta, vaan osalle kuluttajista jouduttaisiin edelleen jakamaan pintavettä. Tämä koettiin eri jakelualueiden välisenä eriarvoisuutena ja tästä käytiin kaupungin luottamusmiesten piirissä keskustelua. Niinpä sitten päätettiin jatkaa pohjavesiselvityksiä.

Jatkotutkimuksille asetettiin selkeä tavoite:

Selvitetään, onko Kajaanin seudulta käyttöön saatavissa niin suuret pohjavesimäärät, että kaupungin vedentarve voitaisiin turvata kokonaan pohjaveden avulla kauas tulevaisuuteen.

Tutkimukset päätettiin suunnata kolmelle alueelle:

- Matinmäen-Mustikkamäen harjualue
- Koutaniemen harju
- Ärjänsaari.

Ensin mainitulla alueella päätettiin vielä selvittää, olisiko tänne edellytyksiä rakentaa lisäottamoita,

joiden avulla alueen pohjavesivarat saadaan tarkemmin hyödynnettyä ja näin veden ottoa lisätyksi. Koutaniemellä ja Ärjänsaarella oli aikaisemmin tehty vain ylimalkaisia, alustavia tutkimuksia.

4. Tutkimusten suunnitteluun vaikuttavista olosuhteista

Tutkimusten suunnittelussa oli otettava huomioon seuraavat, näille alueille hyvin tyypilliset olosuhteet:

- selvästi vallitseva maalaji on hieno hiekka tai keski-karkea hiekka. Harjun runko-osan rippeet ovat vielä nähtävissä Mustikkamäen ja Matinmäen soramontuissa eli siellä missä nykyiset ottamot ovat. Ydinosan jatkumisesta muualla harjualueella ei ollut varmoja viitteitä. Sama ongelma oli tiedossa myös Koutaniemellä.
- pohjavesi on luonnontilaisilla alueilla hyvin syvällä. Sora- ja hiekkakaivannoissa on menty paikoin pohjavedenpinnan alapuolelle. Mustikkamäen keskusalueella pohjavesi on 30 - 35 m syvyydellä; Koutaniemellä ja Ärjänsaarella yli 10 m syvyydellä
- pohjaveden virtaussuunnat ja pohjavesialueen jakaantuminen osa-alueisiin ovat Mustikkamäen alueella hyvin oleellisia seikkoja. Näitä ei aikaisemmin oltu selvitetty
- Ärjänsaari sijaitsee Oulujärvellä ja tämä toi omat erityispiirteensä tutkimuksiin.

Edellä luetellut olosuhteet merkitsivät sitä, että tavanomaiset tutkimusmenetelmät eli ne, joihin yleensä oli totuttu, eivät nyt täällä sellaisenaan olleet käyttökelpoisia. Niinpä päätettiin aluksi suorittaa erilaisia geofysikaalisia tutkimuksia ja edetä sen jälkeen vaiheittain saatujen tulosten perusteella.

5. Suoritetut tutkimukset

Pohjavesialueilla on eri vaiheissa suoritettu seuraavia luettelonomaisesti esitettyjä toimenpiteitä ja tutkimuksia:

1. Geofysikaaliset tutkimukset

- seismiset refraktioluotaukset
- VLF-R mittaukset
- vastusluotaukset
- maatutkaluotaukset

2. Maaperää ja pohjavettä koskevat perustutkimukset

- maaperäkairaukset
(mm. Auger-kairaukset)
- syvien muovisiiviläputkien asennukset
- maanäytteiden otto ja seulonta
- happimittaukset havaintoputkista
- vesinäytteiden otto havaintoputkista
ja analysointi
- pohjaveden korkeusmittaukset
- pohjaveden virtausnopeusmittaukset

3. Koepumppaukset

6. Matinmäen - Mustikkamäen alueella tehdyt tutkimukset

6.1 Seismiset luotaukset

Seismisiä luotauksia tehtiin kolmella linjalla, joiden pituus oli yhteensä 3.160 m. Luotaukset teki Teknillinen tutkimustoimisto omalla kalustollaan. Tulkinta tehtiin Maa ja Vesi Oy:ssä ttt:ssä piirrettyjen matka-aika-kuvaajien perusteella.

Tulkinnan suorittaja toteaa raportissaan, että pääosalla linjoista puuttuivat kallionopeudet, joten kalliopinnan

määrittäminen oli ohjeellista. Pohjavedenpintaa ei saatu kaikilta osilta esiin. Alunperin oli tarkoitus suorittaa profiilitulkinta, mutta sitä ei voitu tehdä kuin osittain. Tulokset esitettiin pistetulkintana. Tämä johtui siitä, että maakerrosten kokonaissyvyys osoittautui ennalta arvaamattoman suureksi eikä sitä osattu luotauksessa ottaa riittävästi huomioon.

6.2 VLF-R-mittaukset ja vastusluotaukset

VLF-R - mittaukset tehtiin samoilla linjoilla kuin seis-miset luotaukset, samoin niitä täydentävät vastusluotauk-set. Mittaukset suoritti assistentti Teuvo Pernu Oulun yliopiston geofysiikan laitokselta. Hän suoritti myös tulkinnan, jossa hänellä oli käytettävissä myös seismis-ten luotausten matka-aikakuvaajat sekä linjoilla olleiden kairauspisteiden tiedot. Tulkinnassa käytettiin siten koko aineistoa samanaikaisesti.

Tulkinnan tuloksista voidaan tehdä seuraavia yleisiä johtopäätöksiä:

- pohjavedenpinta saatiin määritetyksi kaikilla luotaus-linjoilla suhteellisen tarkasti. Vastusluotauksissa vesipinnan sijainti havaittiin selvästi.
- samoin kalliopinta saatiin paikannettua. Joissakin kohdissa Pernun tulkinta poikkesi melkoisesti seismisten luotausten tulkinnasta
- mittausten perusteella voitiin määrittää maalajin karkeus ja tiiveys kuivassa kerroksessa sekä paikoin myös pohjavesikerroksessa
- kalliossa olevia ruhjeita ei voitu luotettavasti paikantaa

- ylipäättänsä on todettava, että VLF-R-mittauksista ja vastusluotauksista saatiin paljon hyödyllistä tietoa. Menetelmät ovat varsin nopeita ja ainakin tässä tutkimuksessa kustannuksiltaan edullisia.
- Pernun haastattelun mukaan vastusluotauksella saadaan varsin hyvä kuva pohjaveden yläpuolisista kerroksista. Pohjaveden alapuolelle mentäessä ilmeisesti tulkintaa on vielä kehitettävä. VLF-R - mittauksia ja vastusluotauksia tehdään samanaikaisesti, joten ne tavallaan täydentävät toisiaan ja varmentavat tulkintaa.

6.3 Maatutkaluotaukset

Luotaukset suoritti Geologian tutkimuskeskus omalla kalustollaan. Seuraavassa esitetyt tiedot on saatu Hännisen laatimasta tutkimusselostuksesta.

Tässä menetelmässä lähetetään maaperään sähköaaltoja, jotka eri rajapinnoista heijastuvat takaisin. Laitteisto rekisteröi pulssin kulkuajan ja paluupulssin amplitudin. Näillä mittauksilla saadaan tietoa maaperän sähkömagneettisista ominaisuuksista ja niiden muutoksista.

Menetelmä on nopea. Vetovaunu, talvella lumikissa, kesällä maastoauto, vetää perässään tutka-antennia. Mittauslaitteisto on vetovaunussa. Ajonopeus on enintään 30 km/h. Laitteisto rekisteröi jatkuvaa profiilia, jossa näkyvät eri maakerrosten rajapinnat. Pohjavesi muodostaa yleensä voimakkaan rajapinnan, mikä näkyy selvästi profiilissa.

Maatutkalla ajettiin harjuteitä ja polkuja pitkin niin, että luotauslinjaa syntyi kaikkiaan noin 15 km.

Mittaustulokset eivät kuitenkaan olleet niin hyviä

kuin oli odotettu. Tulkitsijan mukaan maaliskuussa suoritettuja mittauksia häiritsi sulamisvaiheessa olevasta lumesta johtuva rajapinta, joka rajoitti sähköaallon etenemistä. Elokuun uusintamittaukset eivät tuloksiltaan olleet juurikaan parempia. Tulkitsijan raportissa todetaan, että tämä ilmeisesti johtui osittain hielen maa-aineksen kapillaarisuudesta, osittain tiiviistä vettä pidättävistä kerroksista, jolloin pohjaveden erottaminen normaalista rakenteesta on vaikeaa.

6.4 Muut tutkimukset

Mustikkamäen harjulle piiri asennutti kymmenkunta syvää muovisiiviläputkea ($d = 50$ mm). Lisäksi Kajaanin kaupunki uusi ja täydensi velvoitetarkkailuun kuuluvaa havaintoputkiverkostoa. Niinpä koko pohjavesialueella on nyt melko kattava pohjaveden havaintoputkijärjestelmä.

Putket asennettiin raskaalla porakonekalustolla, joka näissä olosuhteissa oli ainoa kysymykseen tuleva. Syvimmät putket olivat 40 m syvyisiä, joissa siiviläosan pituus oli 10 - 12 m. Asennuksen yhteydessä otettiin jatkuva maanäyte. Sen jälkeen putkissa tehtiin happimittauksia ja otettiin vesinäytteitä. Happipitoisuuksien osalta todettakoon, että ne olivat kauttaaltaan koko pohjavesikerroksessa erinomaisen korkeita, 9 - 11 mg/l, vaikka syvimmät mittaukset tehtiin 42 m syvyydellä maanpinnasta.

Tässä kerrotuilla toimenpiteillä valmistauduttiin tekopohjavesikokeiluihin. Tarkoitus oli, että Pekonmäelle, noin yhden kilometrin etäisyydelle pohjaveden ottamosta sadetettaisiin Oulujärvestä johdettavaa raakavettä 1.000 - 2.000 m³/d. Kaupungin kanssa asiasta neuvoteltiin ja sovittiin alustavasti, että kaupunki

hoitaa teknisen toteutuksen ja piiri huolehtii havaintomittauksista. Hanke meni määräraha-asiana kaupunginvaltuustoon, mutta siellä päätös oli kielteinen. Valtuutetut olivat sitä mieltä, että Mustikkamäen erinomaisen laadukasta pohjavettä ei ole syytä ryhtyä pilaamaan Oulujärven vedellä. Näin tämä hanke ainakin toistaiseksi raukesi.

6.5 Johtopäätöksiä

Tehdyistä tutkimuksista ei ole vielä ehditty laatia loppuraporttia. Tässä yhteydessä voidaan kuitenkin todeta johtopäätöksenä, että lisävedenottamoiden rakentamiselle ei näytä olevan edellytyksiä. Sen sijaan Pekonmäen - Mustikkamäen alue soveltuu erinomaisen hyvin tekopohjaveden valmistukseen. Toivottavasti tähän asiaan palataan vielä myöhemmin ja sadetuskokeilut voitaisiin aloittaa.

Kerrottakoon, että pohjavesialueella on lukuisasti kirkasvetisiä pohjavesilampia ja -järviä. Pohjaveden otto on vaikuttanut etenkin Juntulanlampeen, jonka vedenpinta on alentunut metrin verran. Salmijärven pinta on alentunut lähes 30 cm. Nämä seuraukset ovat herättäneet etenkin Juntulanlammen ranta-asukkaissa voimakkaita reaktioita. Asiasta jätettiin vesioikeuteen virka-apuhakemus, jossa vaadittiin Juntulanlammen vedenkorkeuden palauttamista entiselleen. Vesioikeus antoi viime vuoden lopulla päätöksen, jossa Kajaanin kaupunki velvoitettiin 100.000 markan sakon uhallä hakemaan vesioikeuden lupa Juntulanlammen vedenkorkeuden alentamiseen. Lupahakemus on jätettävä vesioikeuteen viimeistään 15.2.1989. Lähikuukausina nähdään, miten tässä tapauksessa pohjaveden ottamisesta saatavan hyödyn ja aiheutuvan haitan väliset ristiriidat sovitetään.

7. Koutaniemen harjulla tehdyt selvitykset

Koutaniemellä aloitettiin tutkimukset seismisillä luotauksilla ja sen jälkeen tehtiin maatulokaluotauksia. Tulokset ovat verrattavissa Matinmäen - Mustikkamäen alueen tuloksiin, joten niistä ei tässä yhteydessä enempää.

Tutkimuksia jatkettiin Auger-kairauksilla. Kairausreikiin onnistuttiin asentamaan melko syviäkin muovisiiviläputkia. Maanäytteiden ja happimittausten perusteella suunniteltiin ja rakennettiin koepumppausta varten putkikaivo Iso Kuorelammen ja Pyykkölänlammen väliselle harjulle. Pohjavesi on noin 11 m syvyydellä, joten muuta mahdollisuutta koepumppauksen suorittamiseksi ei ollut. Kaivoa suunniteltaessa voitiin olla melko varmoja siitä, että sen antoisuus riittää paikallisen haja-asutuksen tarpeisiin. Kaivon rakennutti Kajaanin kaupunki.

Putkikaivokaavan (Truelsen) mukaan saadaan kaivon mitoitustuotoksi 500 l/min. Kun kaavaan sisältyvää varmuustekijää ei oteta huomioon, saadaan kaivon laskennalliseksi tuotoksi 1.000 l/min. Kaivon rakentaja ilmoitti tuotoksi 2,0 m alenemalla 1.260 l/min. Koepumppaus vastasi melko hyvin tätä arvoa. Maalaji on tasarakeista keskikarkeaa hiekkaa, $d_{10} = 0,25$ mm, mikä selittää jopa yllättävän hyvän tuoton. Mainittakoon, että kaivon paikalla tehtiin myös vastusluotaus. Sen tulkintatulokset käyvät hyvin yhteen kairaustulosten kanssa. Hiekkakerroksen paksuus on luotauksen mukaan noin 60 m.

Koepumppaus kesti 13 kk. Suurin osa ajasta pumpattiin teholla 1.250 l/min eli $1.800 \text{ m}^3/\text{d}$. Happipitoisuus aleni tasaisesti koko pumppauksen ajan. Lähtöarvo oli 12 mg/l ja loppuvaiheessa 4,0 mg/l. Muita muutoksia

veden laadussa ei tapahtunut. Koepumppauksen vaikutus pohjaveden korkeuksiin oli havaittavissa yli kilometrin päässä. Iso Kuorelammessa vedenpinta aleni noin 15 cm, mikä luonnollisesti aiheutti voimakkaita kannanottoja.

Harjun länsiosassa, Sivolanniemessä, pohjaveden virtaus-suunta kääntyy länteen. Täällä tehdyt selvitykset tähtäsivät siihen, voitaisiinko tänne rakentaa toinen pohjavedenottamo. Sivolanniemessä otettiin lukuisasti maanäytteitä ja tehtiin veden laadun putkimittauksia.

Pohjaveden liiketilaa tutkittiin havaintoputkissa tehdyillä pohjaveden virtausnopeusmittauksilla. Ensin Maa ja Vesi Oy yksipistemittausmenetelmällä ja myöhemmin Veli Reijonen Oy kehittämällään menetelmällä. Maa ja Vesi Oy:n mittaustuloksiin aiheutti epävarmuutta putkissa tapahtuneet pystyvirtaukset. Reijonen ilmoitti mittaustensa tuloksena, että parhaaseen pisteeseen rakennettavan kaivon antoisuus olisi luokkaa $700 \text{ m}^3/\text{d}$.

8. Ärjänsaaren pohjavesiselvitykset

Ärjänsaaressa tehtiin ensin vastusluotauksia kolmella poikkileikkauslinjalla. Tulokinnasta saatu tärkein tieto oli se, että pohjavedenpinta koko saarella on hyvin tasainen. Gradienttia ei ole juuri mihinkään suuntaan. Pohjavedenpinta on melko tarkalleen Oulujärven tasossa. Hiekkaisen pohjavesikerroksen paksuus vaihtelee 15 - 25 metriin.

Harjun ydinosa seuraa harjun pohjoisrantaan. Koepumppauspaikka löytyi rantatörmän juurelta, läheltä rantaviivaa. Tässä kohdassa tehtiin talvella 1988 koepumppaus, jonka kesto oli 2 kk 10 pv. Pumppaus aloitettiin teholla $1.000 \text{ m}^3/\text{d}$ ja sitä lisättiin portaittain niin, että viimeinen kuukausi pumpattiin teholla $3.000 \text{ m}^3/\text{d}$.

Happipitoisuus aleni pumpatusta vedestä otetussa näytteessä 12 mg:sta/l 6,4 mg:aan/l. Putkimittauksissa pudotus oli paljon rajumpaa. Pumppaustason alarajalla happea oli lopussa vain 0,5 mg/l. Rauta- ja mangaanipitoisuuksissa ei ilmennyt vielä mitään muutoksia.

9. Lopuksi

Kajaanin ympäristön pohjavesiselvitysten kenttätyöt on saatu päätökseen ja parhaillaan laaditaan raportteja. Lopullisia johtopäätöksiä ei ole vielä tehty, mutta luonnollisesti tutkimusten aikana on muodostunut asiasta tiettyjä käsityksiä. Edellä jo kommentoitiin Mustikkamäen tuloksia. Koutaniemen ja Ärjänsaaren kohdalla keskeinen tehtävä on arvioida, paljonko täältä saadaan hyvälaatuista pohjavettä. Tämä arvio vaihtelee rajoissa 2.000 - 3.000 m³/d. Rautapitoista pohjavettä saadaan nimenomaan Ärjänsaaresta huomattavasti enemmän. Olosuhteet jälleenimeytykselle ja myös tekopohjaveden valmistukselle ovat verrattain hyvät. Pohjaveden käytön lisäämiselle on Kajaanissa paineita, mutta päätökset Koutaniemen - Ärjänsaaren pohjavesivarojen hyödyntämisestä tehtäneen ensi vuosikymmenellä.

Lähteet

- | | |
|-------------------|--|
| Pernu, T. 1985: | Raportti geofysikaalisista tutkimuksista Kajaanissa Pekonmäen ja Kuluntalahden alueella syksyllä 1985. |
| Hänninen P. 1986: | Maatutkaluotaus Kajaanin Pekonkankaan alueella |

POHJAVESISELVITYKSET TAMPERE 25. - 26.1.1989

Vanh.ins. Aulis Korhonen

Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri

ESIMERKKEJÄ ONGELMISTA, JOITA VOI TULLA TUTKIMUS- JA
KOEPUKKAUSLUPIEN SUHTEEN

Vaasan vesipiirissä aloitettiin valtion työllisyysvarojen turvin pohjavesitutkimukset varsinaisesti vuonna 1971 jatkuen katkeamattomana näihin vuosiin saakka. Vuosittain käytetyt varat ovat vaihdelleet 100 000 markasta 550 000 markkaan yhteissumman ollessa noin 6,5 miljoonaa markkaa. Laajimmat ja perusteellisimmat tutkimukset on tehty Kauhajoen Nummikankaalla vuosina 1982-1984.

Maanomistajien luvat maastotutkimusten suorittamiseen hankittiin viime vuosikymmenellä pääasiassa suullisesti, mutta 1980-luvulla siirryttiin käytännössä esiintyvien epäselvyyksien välttämiseksi kirjallisiin suostumuksiin, jotka koottiin yhteiselle listalle. Maa-aineslain astuttua voimaan vuoden 1982 alussa on ollut havaittavissa maanomistajien taholta tullutta tiukentumista ja varovaisuutta tutkimuslupien antamisessa. Maanomistajat epäilevät mahdollisen vedenottamon rakentamisen tuovan alueelleen ylimääräisiä maankäytön rajoituksia varsinkin maa-aineksen ottoon ja peltujen lannoitukseen. Mikäli tutkimusten tarkoitus on ollut etsiä pohjavettä toisen paikkakunnan tarpeisiin, on hanke saanut erityistä vastustusta kuten Kauhajoella. Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri on hankkinut itse tutkimusluvat tähän saakka, mutta jatkossa tulee harkita kiinteämpää yhteistyötä kuntien kanssa niin, että ne hoitaisivat vedentarvitsijoina tutkimusluvat. Vesiyhdistys ry:n julkaisussa "Pohjavesitutkimukset" on esitetty käyttökelpoinen malli sopimuksen laatimiseksi maanomistajan kanssa, johon voitaisiin lisätä lumikelkan käyttöoikeus, jolla on olemassa omat säännökset luvan hakua varten. Käytännössä hajallaan asuvat perikunnat ovat tuottaneet suuria vaikeuksia luvan hankkimisessa. Mikäli alueen omistaja tai haltija ei anna suostumusta tutkimuksien suorittamiseen, voi ympäristönsuojelulautakunta hakemuksesta myöntää luvan määrääjäksi kuultuaan

alueen omistajaa tai haltijaa. Tutkimuksen aloittamisesta on mahdollisuuksien mukaan ilmoitettava ja tulokset tarvittaessa annettava omistajalle tai haltijalle. Ympäristönsuojelulautakunnan päätöksestä voidaan valittaa vesioikeuteen ja edelleen vesiyläioikeuteen, joten tutkimusten lopullinen aloittaminen voi viivästyä vuosia.

Vertailun vuoksi todettakoon, että tielain- ja kaivoslain säännösten nojalla tehtävien maastotutkimusten suoritusoikeus hankitaan yksinkertaisemmalla ja nopeammalla menetelmällä kuin edellä kerrottu vesilain mukainen menettely. Tieasetuksen mukaan tiesuunnan lopullisen tutkimuksen aloittamisesta on ilmoitettava tielautakunnan puheenjohtajalle sekä kuuluttamalla sanomalehdessä ja kunnan ilmoitustaululla asianomaisille maanomistajille. Tällöin kiinteistön on sallittava viranomaisten toimesta suoritettava seivästys, mittaus, paalutus, kartoitus tai maaperätutkimus. Kaivoslain perusteella jokaisella on toisenkin alueella valta suorittaa kaivoskivennäisten löytämiseksi tarpeellisiksi katsottavia geologisia ja geofysikaalisia havaintoja ja mittauksia. Puiden kaadosta on etukäteen ilmoitettava maanomistajalle tai, jos häntä ei tavoiteta, nimismiehelle tai maistraatille. Vahinko ja haitta on täysin korvattava. Syväkairaukseen, koelouhintaan, kuivattamiseen ja muuhun sellaiseen on hankittava valtauskirja kauppa- ja teollisuusministeriöltä.

Uudenkaarlepyyn kaupungissa maanomistajat kielsivät kaupungin suunnittelemat pohjavesitutkimukset vuonna 1985, jolloin kaupungin hakemuksesta vesilautakunta myönsi luvan tietyillä ehdoilla. Maanomistajat valittivat päätöksestä vesioikeuteen ja edelleen vesiyläioikeuteen perustelunaan vahingot metsänkasvulle ja maanviljelykselle. Lainvoimainen myönteinen päätös saatiin noin vuoden kuluttua prosessin käynnistämisestä. Lupaehtojen mukaan mm. kaikki vahinko oli korvattava, tulokset tuli toimittaa vesilautakunnalle ja maanomistajille, tutkimusohjelma tuli esittää maanomistajille mahdollisia tarkistuksia varten ja tutkimusaika määrättiin kiinteäksi.

Keskustelua:

- Tampereen vesi- ja ympäristöpiirissä on menetelty lupahakemuksissa siten, että kunta hakee tutkimusluvan ja on myös luvanhaltija. Korvaukset maanomistajalle maksaa ensikädessä kunta.

Pohjaveden ottamista koskeva suunnitelma

Vesiasetuksen 69 §:ssä on määräykset siitä, mitä pohjaveden ottamista koskevaan suunnitelmaan tulee sisältyä. Aikaisemmin Länsi-Suomen vesioikeudella ja vesipiirillä on ollut useassa tapauksessa erilainen käsitys luotettavan pohjavesitutkimuksen tarpeellisuudesta. Esimerkiksi Honkajoen kunta sai vuonna 1981 luvan ottaa pohjavettä 700 m³/d Hanhikankaalta, vaikka vesipiiri oli selkeästi esittänyt hakemuksen liitteenä olevan suunnitelman puutteet. Valtion rahoitustuen saannin ehdoksi asetettiin pohjavesitutkimuksen täydentäminen. Tällöin ilmeni, että esiintymän antoisuus oli alle 100 m³/d ja laatu ei täyttänyt lääkintöhallituksen suosituksia.

Ikaalisten kaupunki sijaitsee noin 50 km Tampereelta luoteeseen. Keskustan vesijohdon piirissä on 4500 asukasta. Vedenjakelusta huolehtii Ikaalisten Vesi Oy. Vedenotto tapahtui pohjavedenottamosta, joka sijaitsee noin kahden kilometrin etäisyydellä keskustasta Kyrösjärven rannalla. Vedenottamon välittömässä läheisyydessä on laajat peltoaukeat. Ilmeisesti näistä syistä veden laatu on jatkuvasti huonontunut.

Ikaalisten Vesi Oy on suorittanut pohjavesitutkimuksia eri puolilla kuntaa.

Maa- ja Vesi Oy:n selvitysten mukaan lähin käyttökelpoinen esiintymä on Hämeenkanalla, Vatulanharjussa noin kahdeksan kilometrin etäisyydellä keskustasta.

Hakemus Länsi-Suomen vesioikeudelle 2500 m³/d otosta jätettiin elokuussa 1985. Hakemuksen liitteenä oli konsultin vuonna 1984 tekemä pohjavesitutkimus, jossa putkessa suoritettujen virtausnopeustietojen perusteella arvioitiin alueen antoisuudeksi vähintään 4000 m³/d, joka olisi otettavissa kahdesta kaivosta. Tutkimusta oli täydennetty vuonna 1985 siiviläputkikaivosta tehdyllä lyhytaikaisella koepumppauksella. Kaivon antoisuudeksi oli arvioitu 900 m³/d. Tältä pohjalta konsultti esitti, että tarvittava vesimäärä olisi otettavissa 2 tai 3 siiviläputkikaivosta. Lähdemittausten mukaan läheisten lähteiden ylivirtaama oli 2000 m³/d.

Hakemuksen johdosta muistutti neljä maanomistajaa vaatien korvauksia. Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri esitti lausunnossaan, että vuoden 1984 pohjavesitutkimuksessa esitetyt virtausnopeuden arvot ovat liian suuria ja että pohjavesiselvitykset ovat muutoinkin puutteellisia. Hakemuksesta ei voi päätellä, miten haettu 2500 m³/d vedenotto vaikuttaisi ympäristön kaivoihin. Piiri esitti, että hakemusta täydennettäisiin riittävällä pohjavesitutkimuksella tai mikäli lupa myönnettäisiin, tulisi ennen vedenoton alkua vähintään vuosi tarkkailla pohjavesipintoja yms.

Vesi- ja ympäristöhallitus lähti lausunnossaan siitä, ettei lupaa voida myöntää liitteenä olevien selvitysten perusteella vaan niitä on täydennettävä ennen luvan myöntämistä. Tuleva 2500 m³/d tarve katsottiin puutteellisesti selvitetyn, koska käyttö oli sillä hetkellä 1500 m³/d. Vesioikeus myönsi helmikuussa 1986 luvan vaatimatta lisätutkimuksia, vesimäärä alentui 1500 m³/d:ssa. Normaalien lupaehtojen lisäksi edellytettiin, että pohjavesipintojen tarkkailu on aloitettava hyvissä ajoin ennen vedenoton aloittamista.

Valittamista päätöksestä harkittiin, mutta todettiin, ettei hanketta voitu valituksella viivästyttää.

Vuoden 1987 loppupuolella Ikaalisten Vesi Oy haki uutta lupaa 1000 m³:n lisäotolle Vatulanharjusta. Hakemuksen liitteenä oli selvitys, että kahden edellisessä hakemuksessa mainitun siiviläputkikaivon antoisuudeksi on pitkäaikaisella koepumppauksella todettu 1200 m³/d. Lisäksi oli tutkittu uusi kaivon paikka, josta vettä olisi saatavissa 1000-1500 m³/d, millä vedenotolla olisi vain vähäinen vaikutus em. siiviläputkikaivoihin. Vesioikeus on vaatinut hakijalta, että vedenotamoiden koepumppaukset suoritetaan täysin samanaikaisesti. Kyseinen koepumppaus on parhaillaan käynnissä.

Vastaavasti Länsi-Suomen vesioikeus on pyytänyt Kankaanpään kaupungilta koepumppauksen täydentämistä asian käsittelyn ratkaisemiseksi.

Näyttää siltä, että vesioikeus on selvästi tiukentanut kantaansa suunnitelmien suhteen. Riittävän pitkäaikaiset koepumppaukset ja huolellinen vahingonarvio helpottavat piirin rahoitus- ja valvontatehtävien hoitoa.

P O H J A V E S I S E L V I T Y K S E T

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN KOULUTUSTILAISUUS
TAMPEREELLA 25. - 26.1.1989

KAKSI ESIMERKKIÄ PORAKAIVOJEN KOEPUMPPAUKSESTA

Esa Rönkä, FT, hydrogeologi

VIR RAT, KURJEN KYLÄ

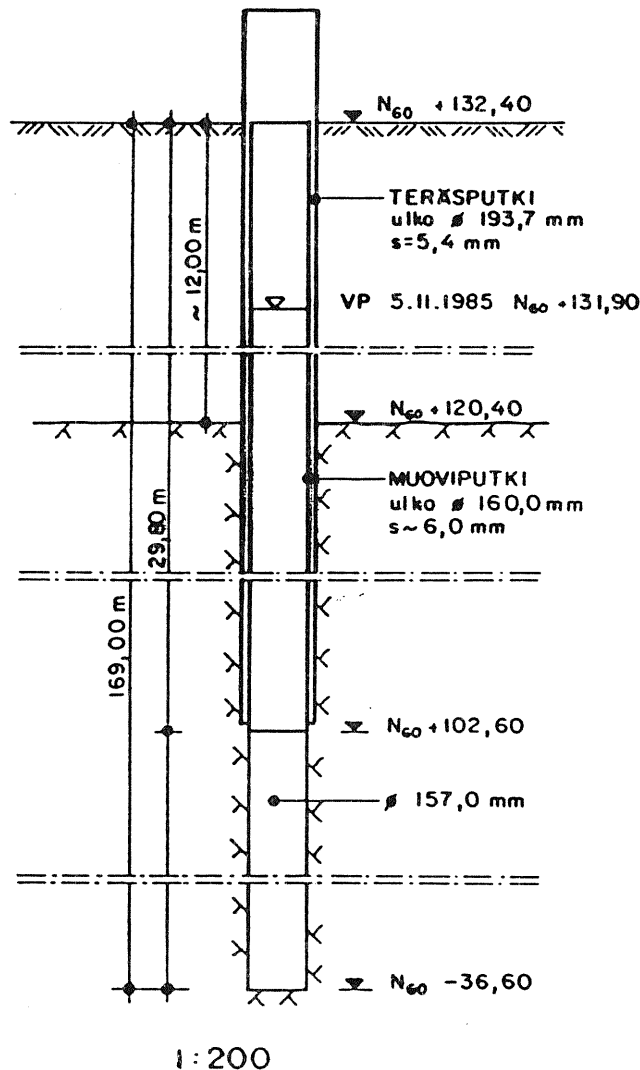
Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri yhdessä Virtain kaupungin kanssa aloittivat vuoden 1984 lopulla selvittää veden- saantimahdollisuuksia kallioperästä Virtain Kurjenkylän tarpeisiin. Veden tarpeeksi arvioitiin enintään 40 - 50 m³/d.

Alueen kallioperän rikkonaisuuden arvioimiseksi tehtiin alustavat seismiset refraktioluotaukset, joita oli tarkoitus hiukan täydentää kaivonpaikan tarkkaa määrittystä varten. Aikataulu ei kuitenkaan tätä sallinut, vaan kaivo jouduttiin sijoittamaan niin kapeaan ruhjeeseen, ettei luotauksen tulokinnan tarkkuus siihen riittänyt. Lopputulos oli se, mitä ennakolta pelättiin ts. kaivosta ei tullut riittävästi vettä. Kaivoa voitiin kuitenkin käyttää pohjaveden korkeuden havaintopisteenä myöhemmin tehdyssä koepumppauksessa.

Seuraavassa vaiheessa tehtiin täydentävät luotaukset ja niiden perusteella porattiin uusi kaivo, josta tehtiin varsinainen koepumppaus (kuva 1).



Kuva 1. Koepumppauspaikka, Virrat, Kurjenkylä.



Kuva 2. Kaivon rakenne, Virrat, Kurjenkylä

KAIVON SYVYYS

Maapeitteen paksuus kaivopaikalla on 12 m. Porattaessa teräsputkea ajettiin rikkonaiseen kallion pintaosaan 6 m ja siitä edelleen 157 mm:n läpimittaista reikää kallioon syvyydelle 169 m maanpinnasta (kuva 2). Porauksen aikana vettä tuli kallion pintaosasta ja varsinainen vedentulo alkoi syvyydellä 80 - 90 m.

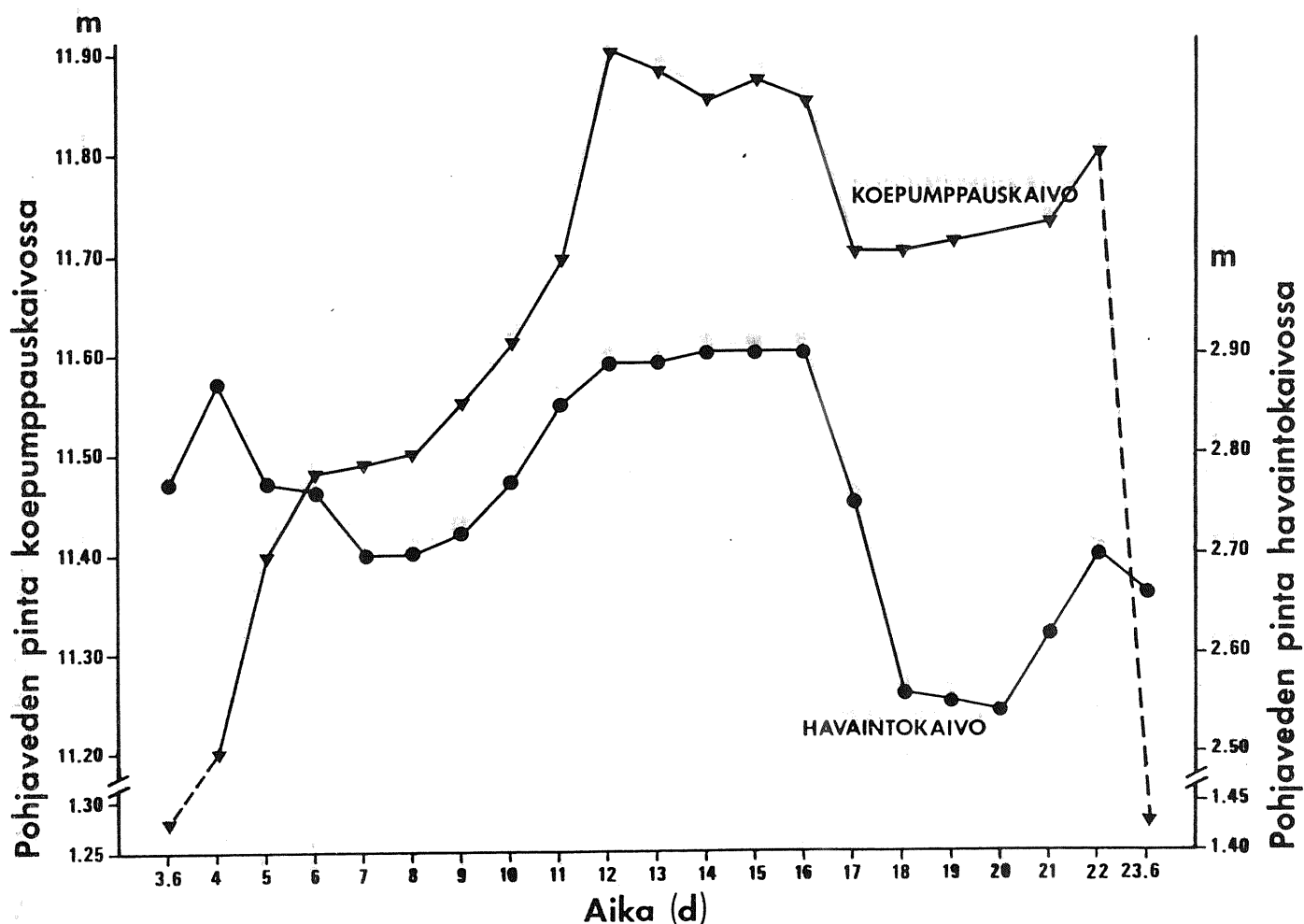
PORAAJAN SUORITTAMA KOEPUMPPAUS

Kaivonporaaja huuhteli ja pumppasi kaivoa yhteensä runsaan viikon ajan pumpaten vettä ylös noin 620 m³. Pumppauksen alussa tuotto oli 62 m³/d ja lopussa 82 m³/d. Muutaman kuukauden kuluttua vesinäytettä otettaessa

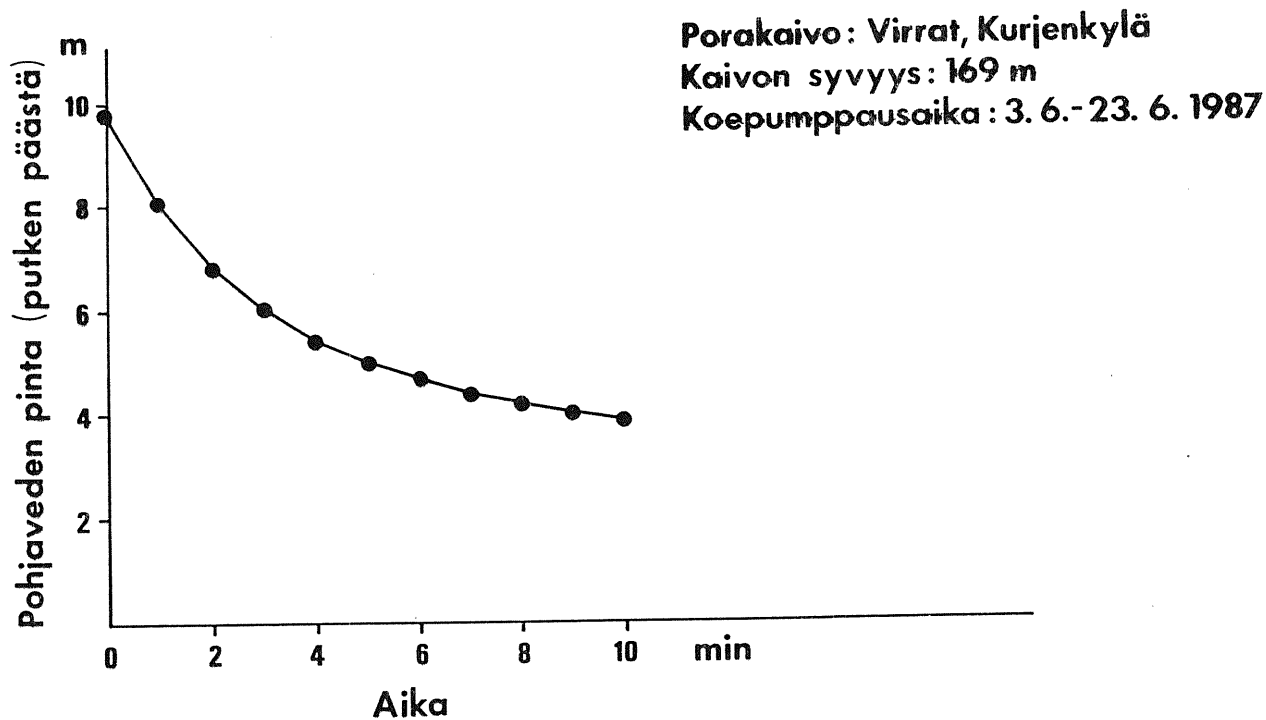
todettiin kaivon sortuneen syvyydeltä 20 - 25 m maanpinnasta. Sortuma korjattiin ja teräsputkea jatkettiin kallioon lähes 30 m syvyydelle maanpinnasta. Tämän jälkeen todettiin kaivo riittävän stabiiliksi uppopumpulla tehtävään koepumppaukseen.

TOINEN KOEPUMPPAUS

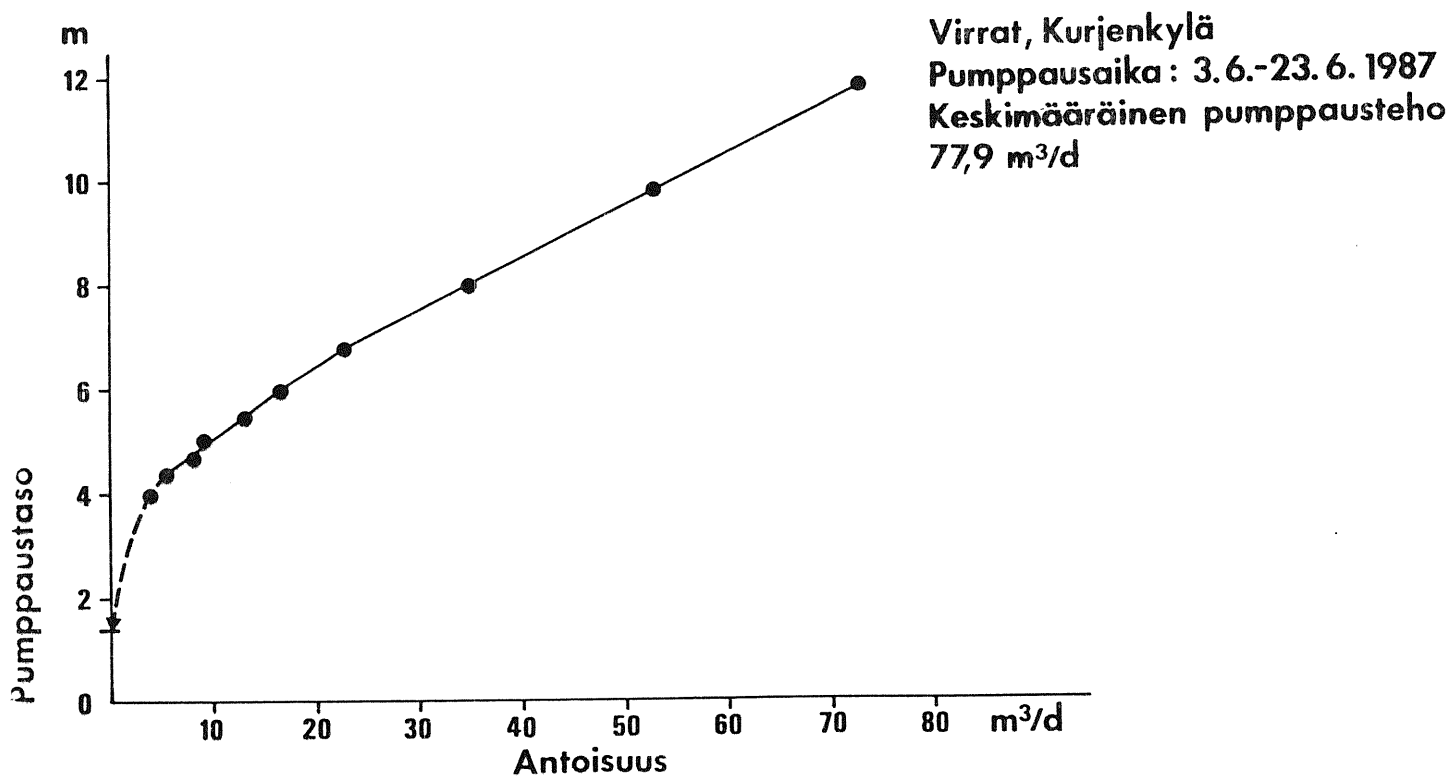
Varsinainen koepumppaus tehtiin 3.6 - 23.6.1987 välisenä aikana. Pumppauksessa käytettiin uppopumppua, joka asennettiin 70 m syvyydelle. Pumpattu vesimäärä mitattiin normaalilla Valmetin läpivirtausmittarilla. Pumppaus tapahtui kaiken aikaa pumpun maksimiteholla, joka hiukan parani pumppauksen aikana. Keskimääräinen vuorokausiteho oli 78 m³/d. Koepumppauksen kulku ja siitä tehtävät johtopäätökset käyvät ilmi kuvista 3, 4 ja 5.



Kuva 3. Pohjaveden pinnan vaihtelut koepumppauskaivossa ja havaintokaivossa koepumppausjaksolla 3.6.-23.6.1987 (Virrat, Kurjenkylä)



Kuva 4. Pohjaveden pinnan kohoaminen porakaivossa koepumppauksen päätyttyä.



Kuva 5. Kahden viikon koepumppaukseen perustuva antoisuus eri syvyyksillä 169 m syvässä porakaivossa.

Lähes kolme viikkoa kestäneessä koepumppauksessa pohjavedenpinnan maksimivaihtelu pumppauspaikalla oli 70 cm (4. - 23.6.1987) ja ainoastaan 40 cm pääosan jaksosta (6. - 23.6.1987).

Molemmista käyristä (kuva 3) havaitaan sekä 6. että 12. kesäkuuta alkaneet runsaat sateet. Havaintokaivon käyrän muoto osoittaa, että havaintokaivo on selvästi hydraulisessa yhteydessä pumppauskaivoon.

Pohjavedenpinnan palautumisnopeuden (kuva 4) perusteella on laskettu kaivosta eri syvyyksiltä jatkuvasti saatava vesimäärä (kuva 5). Laskelmassa ei kuitenkaan ole otettu huomioon vesivarastoa, joten todellinen arvo on käyrän arvoa pienempi.

VEDEN LAATU

Kaivon veden laatu on erittäin hyvää lukuunottamatta korkeahkoa rauta- ja mangaanipitoisuutta:

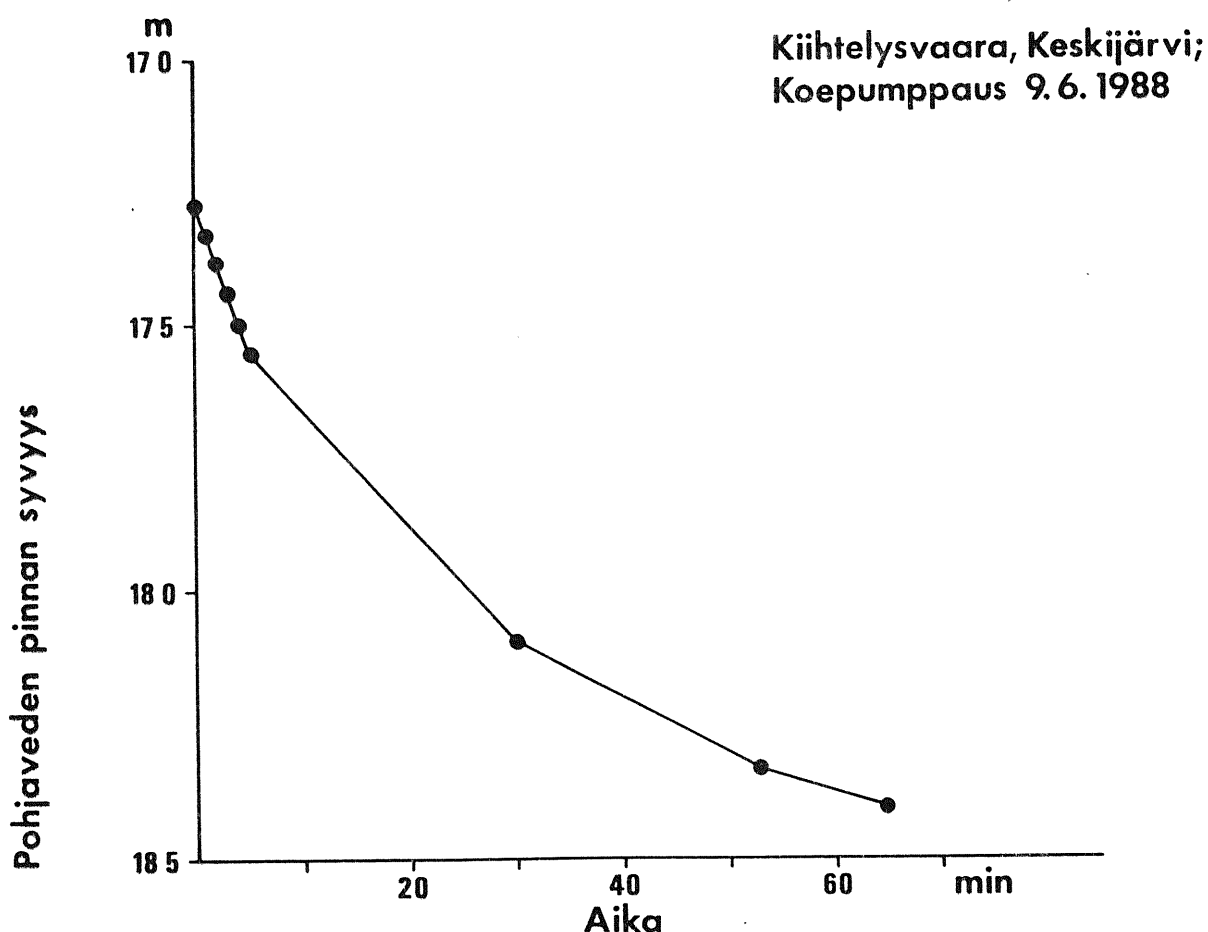
Näytteenottopv.	3.6.1987	11.6.1987	23.6.1987
Fe mg/l	0,7	0,19	0,33
Mn mg/l	0,22	0,26	0,22
F mg/l	-	-	1,22
O ₂ mg/l	-	-	1,5
pH	7,7	7,7	7,7

Koska viimeinen näyte (23.6.1987) on otettu varsin pian pumppauksen päätyttyä, viittaavat tulokset siihen, että sen vyöhykkeen rautapitoisuus on alhaisin, josta vettä tulee eniten. Näin sen vuoksi, että pumppauksen käynnissä ollessa rautapitoisuus on alhaisin (11.6.1987).

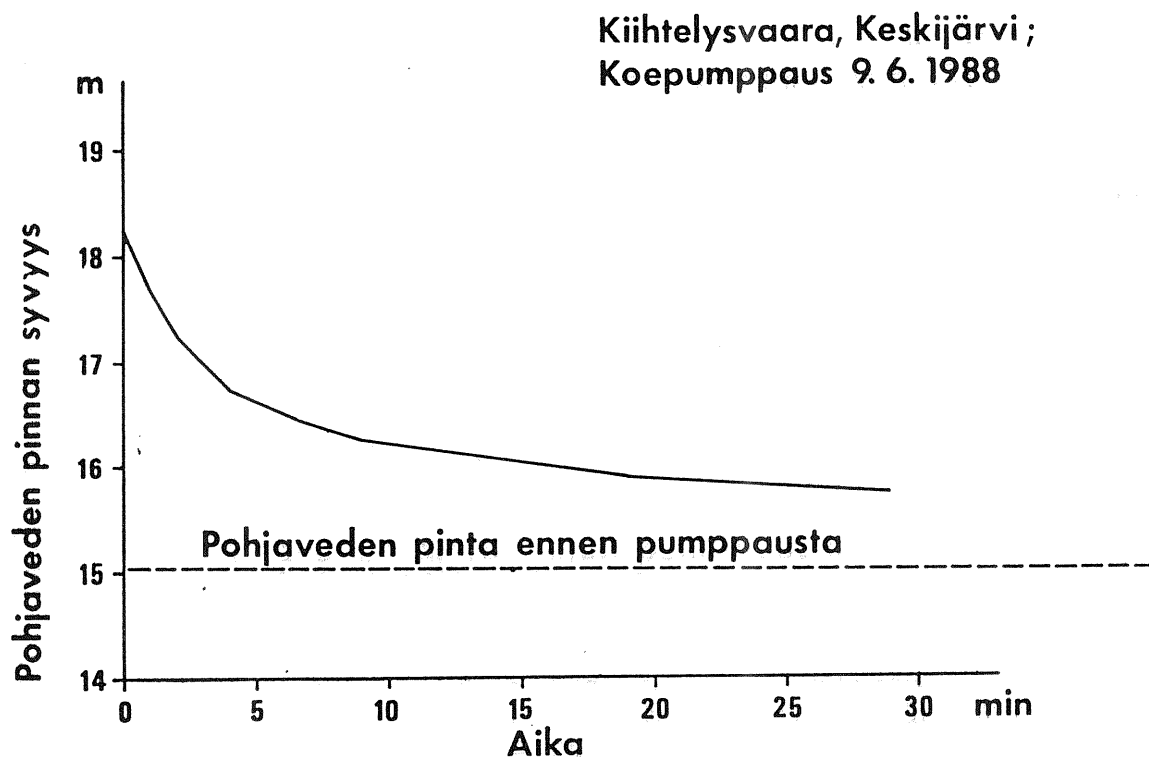
Veden laadun muutoksia seurataan mielenkiinnolla, sillä paikalle on rakennettu vedenottamo, joka otetaan käyttöön helmikuussa 1989.

KIIHTELYSVAARAN KESKIJÄRVI

Keväällä 1988 eräs asiakas oli porauttanut kaivon, jonka poraaja oli tehnyt 87,5 m syväksi. Kaivo oli porauksen päättyessä niin kuiva, että huuhteluun tarvittava vesi oli jouduttu tuomaan muualta (n. 50 l). Kaivon teettäjän ja porausliikkeen kesken syntyneestä erimielisyydestä johtuen teettäjä päätti tehdä koepumppauksen tulppaamalla reiän 30 m syvyydeltä ja hankki omalla kustannuksellaan kaikki koepumppaukseen tarvittavat laitteet. Allekirjoittanut ohjasi ja valvoi koepumppauksen, jonka tulokset käyvät ilmi kuvista 6 ja 7.



Kuva 6. Pohjaveden pinnan aleneminen 65 minuutin mittaisen koepumppauksen aikana.



Kuva 7. Pohjavedenpinnan palautuma 100 minuutin mittaisen koepumppauksen jälkeen.

PUMPPAUKSEN YHTEYDESSÄ TEHTYJÄ HAVAINTOJA

Maapeitteen paksuus pumppauspaikalla on n. 10 m. Ennen pumppausta mitattiin kaivon syvyydeksi 84 m, mikä osoitti, että porausjauhetta oli laskeutunut kaivon pohjalle 3,5 m porauksen päätyttyä.

Kaivo tulpattiin kumitulpalla 30 m syvyydeltä ja uppo-pumppu asennettiin tulpan yläpuolelle n. 29,5 m syvyyteen. Tulpan tiiveys voitiin todeta kompressorin mittareista, joiden mukaan paine pysyi koko ajan muuttumattomana.

Pumppaus kesti tasan yhden vuorokauden ja pumppu kävi koko ajan täydellä teholla ts. n. 11 m³/d. Kuva 6 osoittaa, että ensimmäisen tunnin aikana pohjaveden pinta

aleni runsaat 3 m, johon aleneminen käytännöllisesti katsoen pysähtyi (kuva 7). Palautuminen tapahtuu pääasiassa 5 minuutin kuluessa (kuva 7).

Havainnot osoittavat, että porauksen yhteydessä kallion vettäjohtavat rakovyöhykkeet ovat tukkeutuneet varsin tehokkaasti, koska veden tulo kaivoon on edellä kuvatun kaltaista kuukauden kuluttua porauksen päättymisestä.

Tampereen vesi- ja ympä-
ristöpiiri 25.1.1989
Ilmo Kivimäki

Pohjavesiselvitykset
25. - 26.1.1989

URAKKASOPIMUSMALLI KAIVONPORAUKSEEN

Erään tiedon mukaan Suomessa rakennetaan vuosittain 3000 - 4000 porakaivoa. Muutamaa poikkeusta lukuunottamatta poraus-työ suoritetaan suullisella sopimuksella. Tämä aiheuttaa vaikeuksia erityisesti silloin, kun työn toteuttaminen ei tapahdu ennalta toivotulla tavalla. Tällöin sopijapuolten näkemykset varsin usein poikkeavat toisistaan.

Oheiseen luonnokseen on tavanomaisen sopimusaineiston lisäksi kerätty niitä asioita, joitten on erilaisessa valitus- ja oikeustapauksissa todettu aiheuttaneen erimielisyyksiä.

Poraus on luonnoksessa esitetty päätyöksi. Tällöin kaivon varustaminen yläosarakenteella, pumpulla, putkistolla jne. olisi erikseen sovittava lisätyö.

Sopimus voitaisiin muotoilla myös huomattavasti lyhyemmäksi, jos siihen liitettäisiin erillisinä kaivon rakentamista koskevat yleiset sopimusehdot ja yksikköhintaluettelo.

URAKKASOPIMUS

Allekirjoittaneet _____ työn tilaajana ja _____
 _____ urakoitsijana sopivat kaivon porauksesta seuraavaa:

Työ käsittää kallioporakaivon porausosuuden toteuttamisen sekä tässä sopimuksessa jäljempänä lueteltavat lisätyöt.

Poraus suoritetaan _____ kunnan/kaupungin _____
 _____ kylässä _____ nimisellä tilalla Rno _____

Tarkan porauspaikan määrittää tilaaja/urakoitsija/yhdessä.

Porattavan reiän halkaisija on _____ mm ja kaltevuus vaakatasoon verrattuna _____ astetta. Reiän syvyys sovitaan yhteisesti työn aikana. Laskutettavaksi enimmäissyvyudeksi sovimme kuitenkin _____ metriä.

Urakoitsija vastaa siitä, että poratusta reiästä saadaan vettä vähintään _____ l/vrk. Tämä takuu on voimassa _____ 19 _____ saakka. Poraustyön hyväksymisen edellytyksenä on, että em. kaivon antoisuus voidaan koepumpauksella todeta.

Urakoitsija vastaa/ei vastaa poraamansa reiän auki pysymisestä vähintään niin kauan, että tilaaja saa siihen asennetuksi veden nostoon ja siirtoon tarvittavat laitteet, kuitenkin enintään 12 kk poraustyön valmistumisesta.

Tilaaja maksaa urakoitsijalle työn hyväksyttävästä toteuttamisesta seuraavasti:

Pienin kaivokohtainen veloitus on _____ mk, joka maksetaan silloin, kun työn suorittamisesta jäljempänä sovitulla hinnalla laskettu hinta jää tätä pienemmäksi.

Maaporaus _____ mk/m (sisältää teräksisen työputken, jonka ulkohalkaisija on _____ mm ja seinämän paksuus _____ mm sekä muovisen eristysputken, jonka ulkohalkaisija on _____ mm ja seinämän paksuus _____ mm).

Kallioporaus _____ mk/m.

Rikkonaisen kallion vahvistaminen betoni-injektoinnilla _____ mk/m³ betonimassaa sekä betonointi _____ mk/tunti (sisältää aukiporauksen).

Kaivon antoisuuden lisäämiseksi mahdollisesti tarvittava paineaukaisu vesipaineella sisältyy edellä sovituihin hintoihin.

Urakoitsija vastaa käyttämiensä materiaalien ja menetelmien soveltuvuudesta talousveden hankintaan.

Porauksen lisäksi sovimme toteutettaviksi eri korvauksesta seuraavat lisätyöt:

Muista mahdollisista erikoistoista sovitaan erikseen ennen ko. työvaiheen alkamista.

Porauksen lopettamisen tapahtuessa tilaajan määräyksestä urakoitsija laskuttaa tehtyä työtä vastaavan urakkasumman osan, joka on suuruudeltaan vähintään edellä mainittu kaivokohtainen pienin veloitussumma. Porauksen estyessä laiteviasta johtuen tai mikäli edellä sovittua vesimäärää ei saada porausta kaivosta urakoitsija ei laskuta keskenjääneestä työstä eikä myöskään kaivokohtaista pienintä veloitussummaa.

Työn valmistuttua urakoitsija suorittaa ilman erillistä veloitusta riittävän huuhtelu- ja koepumppauksen, jonka perusteella voidaan määrittää kaivo antoisuus. Pumppauksen tulee jatkua niin kauan, että vesi kirkastuu, vähintään 24 tuntia. Antoisuudesta urakoitsija antaa erillisen selvityksen kirjallisesti tai liittää tiedon tilaajalle toimittamaansa laskuun. Selvityksessä on esitettävä poraustyön yhteydessä havaitut kallioperän selvät laatumuutokset ja antoisuuden kannalta merkittävät rakoilut.

Laskutus tapahtuu työn valmistuttua hyväksyttävästi. Laskun maksaminen tapahtuu _____ erässä siten, että _____

Lasku on maksettava 14 vuorokauden kuluessa sen saapumisesta tilaajalle. Suorituksen viivästyessä urakoitsijalla on oikeus periä enintään sopimuksen allekirjoitushetkellä voimassa oleva virallinen viivästyskorko.

Laitteitten siirtämisestä porauspaikalle tilaaja ei suorita erillistä korvausta. Ennen kaluston siirtämistä porauspaikalle sopimuskumppanit tutkivat kulkuyhteyden sekä siinä olevien rakenteiden ja porauspaikan maaperän kantavuuden. Viimeistään tässä yhteydessä on urakoitsijan esitettävä kantavuuden ja rakenteiden parantamiseksi tehtävät toimenpiteet. Tämän jälkeen vastuu maaperän ja rakenteiden kantavuudesta siirtyy urakoitsijalle.

Urakoitsija on vastuussa kolmannelle osapuolelle aiheuttamastaan vahingosta ja haitasta.

Sopijapuolet eivät aseta vakuuksia.

Työ voidaan aloittaa heti sopimuksen allekirjoittamisen jälkeen ja se on aloitettava viimeistään _____. 19 _____. Työ tullaan suorittamaan pääasiassa 1 / 2 / 3 - vuorotyönä.

Työsuoritukseen ja tähän sopimukseen liittyvät erimielisyydet ratkaistaan paikallisessa alioikeudessa.

Lisäksi sovimme seuraavaa: _____

Sopimusta on tehty kaksi samansisältöistä kappaletta, yksi kummallekin osapuolelle.

_____, _____ kuun _____ päivänä 19 ____.

Tilaaja

Urakoitsija

POHJAVESISSELVITYKSET

Vesi- ja ympäristöhallituksen koulutustilaisuus
Tampereella 25.-26.1.1989

KESKI-SUOMEN VESI- JA YMPÄRISTÖPIIRIN PORAKAIVOTIEDOSTO

Hydrogeologi Jorma Mäkelä

TAUSTAA

Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiirin alueella on tuhansia kallio-porakaivoja, jotka on rakennettu lähinnä yksittäisten talouksien vedenhankintaa varten. Porakaivoihin törmättiin jatkuvasti pohjavesiselvityksiä tehtäessä, valvontatapausten yhteydessä, maatilalain mukaisia lainahakemuksia käsiteltäessä jne. Usein oli voitu todeta, että yksittäisistä kallio-kaivoista oli saatavissa kymmeniä kuutioita hyvälaatuista pohjavettä. Tästä huolimatta tämän "toisen" pohjavesivaran esiintymistä ja hyödyntämismahdollisuuksia ei piirissä juurikaan tunnettu. Nämä lähtökohdat mielessä alettiin piirissä vakavasti harkita olevien porakaivotietojen kokoamista jollakin tavalla yhteen. Käytännön työ aloitettiin kesällä 1986. Myöhemmin voitiin todeta, että kallio-kaivotiedoston perustamista Suomeen oli jo vuonna 1982 esittänyt Rakennusgeologinen yhdistys.

PORAKAIVOKORTTI

Ensimmäinen tehtävä oli kehittää lomake, johon porakaivotiedot koottaisiin. Porakaivokorttia suunniteltaessa oli lähtökohtana, että korttiin voitaisiin koota tärkeimmät kaivoja koskevat tekniset tiedot vesianalyysituloksineen. Lisäksi pidettiin tärkeänä, että lomakkeen täyttäminen olisi mahdollisimman nopeaa ja vaivatonta. Kokeilujen jälkeen päädyttiin osin ruotsalaisen mallin mukaiseen porakaivokorttiin (liite 1).

Korttiin koottavia tietoja ovat mm. kaivon omistaja ja sijainti, maa- ja kallioperätiedot, syvyys (maa/kalliometrit), antoisuus, vedenlaatu tiedot sekä vedentarve ja -riittävyys. Kortin kääntöpuoli on varattu kaivon sijaintia esittävälle peruskarttaotteelle. Korttiin tehdään vielä joitakin muutoksia ja täydennyksiä.

TIETOJEN KOKOAMINEN

Porakaivotietoja on koottu mm. maatilalain mukaisista lainahakemuksista, pohjavesiraporteista, valvontatapauksista ja opinnäytetöistä. Arvokkaan tietolähteen muodostaa FT Esa Röngän väitöskirja-aineisto Keski-Suomen läänin osalta. Tietojen kokoaminen on tehty virkatyönä osin harjoittelijavoimin.

Pohjavesiselvitysten yhteydessä on viime vuosina tehty erikseen porakaivoinventointi. Inventoinnissa kysellään kaivojen omistajilta porakaivotietoja ja otetaan "palkkioksi" vesinäyte (Fe, Mn, COD).

Myös kunnat ovat osallistuneet porakaivoinventointeihin. Haastatteluihin perustuviin kaivotietoihin on suhtauduttava tietyin varauksin. Porakaivokortti sopii hyvin myös inventointilomakkeeksi.

Erityisen myönteistä on ollut se, että myös porausliikkeet ovat pyydettäessä täyttäneet porakaivokortin kaivonporausien yhteydessä.

PORAKAIVOTIEDOSTO

Porakaivokortit on koottu kunnittain tiedostoksi, jossa jokaiselle kaivolle on annettu oma numerotunnuksensa (= kuntakoodi+kaivonnumero). Tällä hetkellä porakaivotiedostossa on tiedot lähes 800 läänin porakaivosta. Tiedostossa olevat kaivot on pääosin merkitty yleiskartalle (1:200 000).

Porakaivotiedosto on tärkeimmiltä osiltaan siirretty ATK:lle (Vax 8500). Tätä ennen oli kortteihin merkityt tiedot muutettu ATK-kielelle (numeromuotoon). Siirto saatiin valmiiksi lokamarraskuussa 1988. ATK-tiedostoa laajennetaan ja kehitetään edelleen (liite 2).

Uusia porakaivokortteja valmistuu jatkuvasti ja ne viedään sitä mukaa myös ATK:lle. Nyt kun perusinventointi vanhoine kaivotietoineen on tehty, sujuu uusien kaivotietojen käsittely nopeasti ja joustavasti.

PORAKAIVOTIEDOSTON KÄYTTÖ

Tiedostoa tarvitaan lähes jatkuvasti esim. porakaivonpaikkojen tutkimusten perusaineistona ja yksittäisten talouksien kaivonpaikkanuovonnassa. PLM on kiinnostunut tiedostosta lähinnä kriisiajan vedenhankintaa ajatellen. Sinänsä jo tiedoston laatiminen on lisännyt tietoa porakaivoista ja niiden hyödyntämismahdollisuuksista vedenhankinnassa. Tiedosto tarjoaa monia aiheita perustutkimukseen ja opinnäytetöiksi. SAS-ohjelmiston avulla tiedostoa on helppo käsitellä ja analysoida. Kirjaimellisesti napin painalluksella saadaan monia tarvittavia tietoja tarkoituksenmukaisessa muodossa hetkessä käyttöön.

PORAKAIVOKORTTI				Kaivo nro		Liite	
SIJAINTI	01 Omistaja ja osoite					02 Puhelin	
	03 Tilan nimi ja rekisterinumero				04 Kylä		
	05 Kunta		06 Lääni	07 Porakaivon sijainti tilalla			
	08 Peruskartta				09 X-koord.	10 Y-koord.	
	11 Maalajikartta			12 Kivilajikartta			
	13 Topografinen sijainti Kohouma <input type="checkbox"/> Tasanne <input type="checkbox"/> Laakso <input type="checkbox"/>			14 Lisätietoja alueen topografiasta			
MAA- JA KALLIOPERÄ	15 Porausväli (mp)		16 Maalajit ja kivilajit		17 Kalliooperän rikkonaisuus		18 Kivijauhon väri, raekoko, kosteus tms.
RAKENNUSTIEDOT	20 Maaporausta m		21 Läpimitta mm		26 Porauksen suoritus aika		27 Porakonetyyppi
	22 Kallioporausta m		23 Läpimitta mm		28 Porausliike		
	24 Kokonaissyvyys m		25 Maanpinnan korkeus m mpy		29 Poraus tehty vanhaan Maakaivoon <input type="checkbox"/> Porakaivoon <input type="checkbox"/>		30 jonka syvyys m
	31 Maaputken materiaali Muovi <input type="checkbox"/>		32 Läpimitta mm		33 Syvyysväli - m		35 Pumpputyyppi
	Teräs <input type="checkbox"/>				- m		36 Pumpun maksimituotto l/min
	34 Maaputki tiivistetty Ei <input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Miten				37 Pohjaventtiilin syvyys m		40 Paineluokka
KOEPPUMPAUS	41 Koepumppausmenetelmä Pumppaus <input type="checkbox"/> Puhallus <input type="checkbox"/> Muu <input type="checkbox"/>			42 Pumpputyyppi		43 Pumpun maksimituotto l/h	
	44 Porattu syvyys maanpinnalta		45 Pumppaus syvyys maanpinnalta		46 Pumppauspvm ja pumppauksen kesto		47 Antoisuus l/h
							48 Pohjavedenpinnan syvyysvaihtelu (mp)
VEDEN- PINTA	49 Pohjavedenpinta Ennen pumppausta <input type="checkbox"/> Pumppauksen jälkeen <input type="checkbox"/>				50 Syvyys (mp) m		51 Havaintopäivämäärä
	52 Lähimmät vesistöt ja niiden vedenkorkeudet						
VEDEN LAATU	53 Veden laatu (maku, haju, astioiden ja pyykin värjäytyminen yms.) Hyvä <input type="checkbox"/> Välttävä <input type="checkbox"/> Huono <input type="checkbox"/> Miksi						
	54 Veden käsittely Ei <input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Miten						
	55 Vesianalyysi tehty Ei <input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Liite <input type="checkbox"/>		56 Päivämäärä		57 Rauta (Fe) mg/l		58 Mangaani (Mn) mg/l
	60 KMnO ₄ -kulutus mg/l		61 Nitraatti (NO ₃) mg/l		62 25 mS/m		63 Kloridi (Cl) mg/l
	64 Sameus Hach FTU					65 Jätevesien käsittely	
VEDENTARVE	67 Asukkaita kpl		68 Lypsylehmiä kpl		69 Hiehoja kpl		70 Vasikoita kpl
	76 Vesikäymälä Ei ole <input type="checkbox"/> On <input type="checkbox"/>		72 Sikoja kpl		73 Lampaista kpl		74 Siipikarjaa kpl
	77 Muu vedentarve					78 Vedentarve yhteensä l/vrk	
	79 Veden riittävyys (kuivumiset, vuodenaikaisvaihtelut yms.) Hyvä <input type="checkbox"/> Huono <input type="checkbox"/> Loppuu ajoittain <input type="checkbox"/> Milloin						
	80 Lisätietoja (räjäytykset, painehalkaisut, kaasun esiintyminen, suolainen vesi yms.)						
MUUTA							
	81 Tietojen antaja			82 Lomakkeen täyttäjä			83 Päivämäärä

KSVY / PORAKAIVOKORTISTO

52

Liite 2

SIJAIN	TI	PERUS	-	KOORDINA	AAT	IT	RA	IVOT	IEDOT	K	SY	VYYS	ANTOS	US	P	V	P	ETRUHJ
KDINRO	KARTTA	T	P	T	P	I	VU	TS	PR	MM	KOK	L/H	L/H	KK	SY	KK	M	
9310001	9311105	69992285	4338992	85	333	85	85	333	22	5	67	6200	4	5	4		100	
9310002	9311105	69992260	4339400	84	333	84	84	333	22	6	43	4700					160	
9310003	9311105	6999392	433868		333			333	22		83						700	
9310004	9311204	701654	433306		333			333	21									
9310005	9311109	700205	441623	81	444	81	81	444	22		99	325					200	
9310006	9311109	700804	44273		444			444	22		31	6000						
9310007	9311111	6999284	458433	87	333	87	87	333	22	1	7	150	1	7	1			
9310008	9311108	6999592	448366	77	333	77	77	333	22	12	60	20					350	
9310009	9311108	6999658	448660	87	333	87	87	333	22	16	175	6000	8	9			250	
9310101	9311102	6999455	42590	87	444	87	87	444	22	2	52	2000	2	3			0	
9310111	9311102	6999544	42802	86	111	86	86	111	22	8	52	1400	9	12	8		130	
9310112	9311102	6999486	42598	85	111	85	85	111	22	2	90	190					200	
9310113	9311105	6999277	43870	87	111	87	87	111	22	2	42	6000					70	
9310114	9311105	6999376	43697	87	222	87	87	222	2	4	64	300					400	
9310115	9311104	698534	43824	87	444	87	87	444	22	15	36	3600	2	2			0	
9310116	9311104	6988872	43560	87	444	87	87	444	22	7	27	2000	2	2			100	
9310117	9311104	6988886	43482	87	444	87	87	444	22	0	58	600	5	6	2		100	
9310118	9311104	6988956	43690	87	444	87	87	444	22	2	32	2500	3	6	3		80	
9310119	9312009	7007330	56906	65	333	65	65	333	22		21							
9310201	9311112	700298	57045	88	333	88	88	333	22	1	29	210	3	6	3		300	
9310221	9311112	700881	45678	87	333	87	87	333	22	2	60	40						
9310222	9311112	700940	45530	87	111	87	87	111	22	1	79	300	5	2	5			
9310223	9311103	700122	42759	86	444	86	86	444	22	2	70	720	2	2			10	
9310224	9311103	700717	42425		444			444	22	3	19	420	4	4	4		150	
9310225	9311103	700744	42468		444			444	22	20	42	6000					20	
9310226	9311103	700718	42444		444			444	22	6	40	1750					100	
9310227	9311103	700702	42466		444			444	22	0	84	3000					80	
9310228	9311103	700593	42566		444			444	22	0	31	1750					150	
9310229	9311103	700726	42562		333			333	22	1	40							
9310300	9311103	700596	42542		444			444	22	20	47						100	
9310311	9311103	700361	42579		111			111	22	5	113						500	
9310312	9311103	700344	42642		111			111	22	1	73						800	
9310331	9311103	700213	42700		111			111	22	4	80						600	
9310332	9311103	700254	42712		333			333	22	13	13						600	
9310333	9311103	700302	42702		111			111	22	1	32						500	
9310334	9311103	700123	42818		111			111	22	0							200	
9310335	9311103	700152	42782		111			111	22		50						300	
9310336	9311103	700328	42642		111			111	22	1	76						800	
9310337	9311103	700328	42642		111			111	22	0	97						250	
9310338	9311103	700893	57094		111			111	22	0	300	70						
9310339	9311103	700614	56968		333			333	22	0								
9310401	9312001	700100	45700		333			333	22	0								

SAS

14:39 THURSDAY, MAY 12,

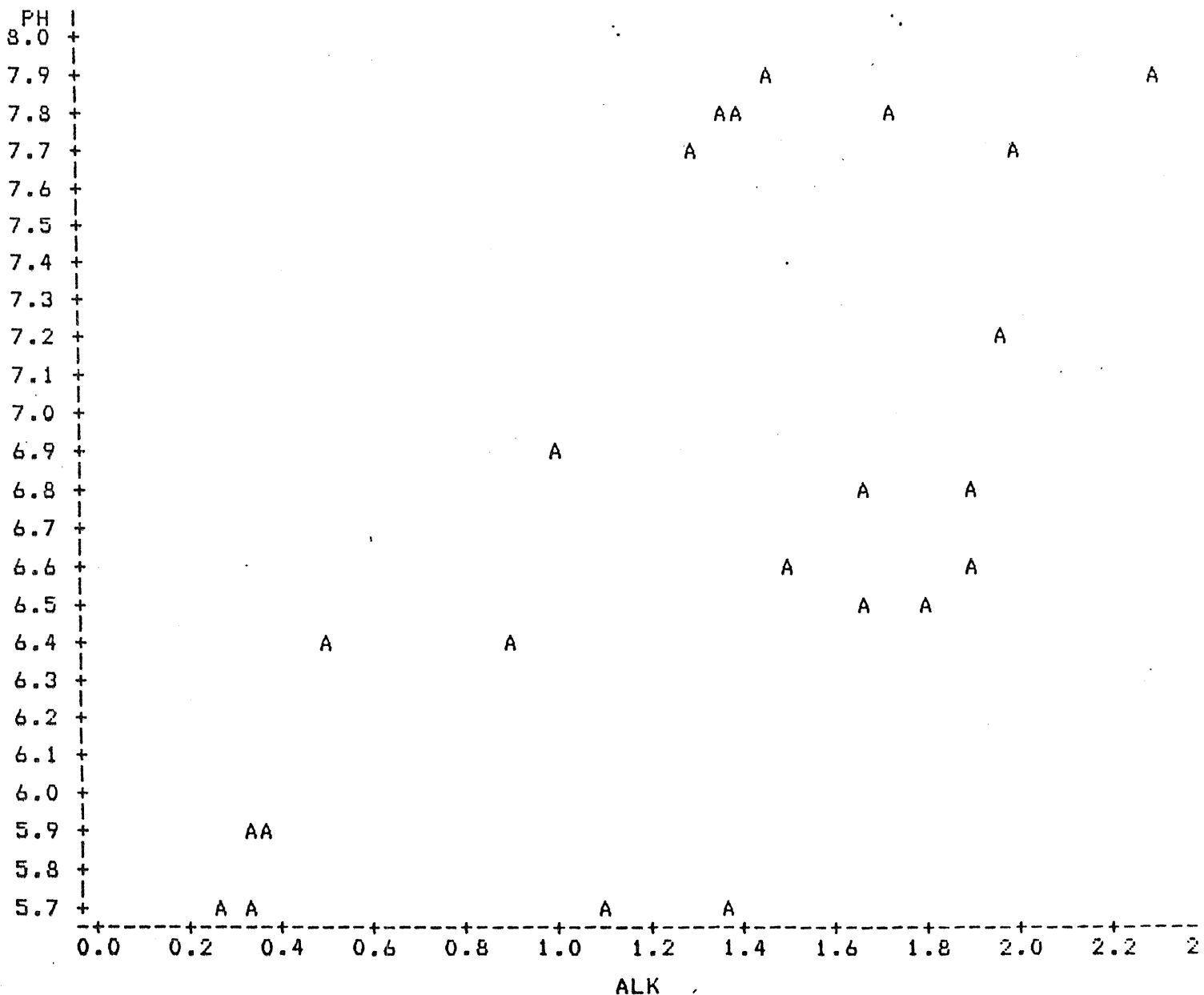
DES	NRO	PVM	VARI	SAM	PH	JOHT	PMG	NOS	FEN	CL	ALK
1	9310001	1911187	.	.	.	.	36.8	.	0.120	0.021	.
2	9310002	1911187	.	.	.	.	2.4	.	0.052	0.060	.
3	9310003	150687	.	.	.	.	1.6	.	0.110	0.011	.
4	9310004	230785	.	.	.	.	.	.	4.500	0.220	.
5	9310004	50985	.	.	.	.	.	.	2.000	0.022	.
6	9310006	110587	.	.	.	.	9.9	.	2.900	0.340	.
7	9310007	190187	.	.	.	.	2.4	.	0.140	0.210	.
8	9310008	.	.	.	.	.	.	.	18.800	.	.
9	9310009	190887	.	.	.	.	4.7	.	0.180	0.180	.
10	9310009	10987	5	0.20	7.9	24.5	3.6	3.000	0.170	0.170	3.0 2.30
11	9310009	250388	.	.	.	.	5.5	.	0.180	0.200	.
12	9310009	250488	5	1.10	8.0	24.2	3.6	.	0.210	0.190	2.2 2.38
13	9310101	250387	.	.	.	.	8.3	.	0.460	0.120	.
14	9310101	191087	.	.	.	.	17.8	.	1.400	0.330	.
15	9310111	141086	5	0.25	6.5	32.0	9.9	3.040	0.064	0.360	16.0 1.81
16	9310111	211086	5	0.30	6.6	32.7	7.1	1.300	0.070	0.310	21.0 1.90
17	9310112	30686	.	.	.	.	8.7	.	0.170	0.041	.
18	9310113	290487	.	.	.	.	2.0	.	0.011	0.045	.
19	9310114	50687	.	.	.	.	6.7	.	0.640	0.250	.
20	9310116	20387	.	.	.	.	11.1	.	16.000	0.560	.
21	9310117	160387	.	.	.	.	1.2	.	0.150	0.015	.
22	9310118	160387	.	.	.	.	2.0	.	0.200	0.200	.
23	9310119	30887	.	.	.	.	47.3	.	0.530	0.026	.
24	9310201	160487	.	.	.	.	4.3	.	0.054	0.160	.
25	9310221	200886	.	.	.	.	.	.	0.042	0.024	.
26	9310222	40587	.	.	.	.	15.8	.	0.220	0.330	.
27	9310223	120286	5	31.00	7.7	20.7	4.7	9.000	0.940	0.340	3.1 1.99
28	9310223	170286	5	2.70	7.2	22.2	25.3	22.000	0.250	0.220	2.9 1.97
29	9310224	170286	15	9.60	5.7	7.6	14.6	0.913	0.580	0.071	7.5 0.26
30	9310224	190286	120	31.00	5.9	9.5	4.7	0.261	2.200	0.130	9.2 0.33
31	9310224	250286	10	2.20	5.7	8.0	2.8	0.304	0.310	0.035	6.4 0.33
32	9310224	270286	.	.	.	.	0.3	.	0.270	0.035	.
33	9310224	30386	10	1.90	5.9	9.4	3.6	0.174	0.250	0.038	7.6 0.38
34	9310224	100386	20	3.90	6.4	12.8	5.5	0.522	0.710	0.300	5.4 0.91
35	9310224	130386	.	.	.	.	4.3	.	0.420	0.220	.
36	9310225	10885	.	.	.	.	.	.	0.390	0.670	.
37	9310225	20985	.	.	.	.	.	.	0.230	0.670	.
38	9310225	30286	30	1.10	6.8	23.2	3.6	4.000	0.450	0.600	10.0 1.71

53 SAS 14:39 THURSDAY, MAY 12,
FREQUENCY BAR CHART

MIDPOINT PMG		FREQ	CUM. FREQ	PERCENT	CUM. PERCENT
6	*****	54	54	72.97	72.97
12	*****	9	63	12.16	85.14
18	***	6	69	8.11	93.24
24	*	2	71	2.70	95.95
30		0	71	0.00	95.95
36	*	1	72	1.35	97.30
42	*	2	74	2.70	100.00

10 20 30 40 50
FREQUENCY

SAS 14:39 THURSDAY, MAY 12, 1988
PLOT OF PH*ALK LEGEND: A = 1 OBS, B = 2 OBS, ETC.



NOTE: 90 OBS HAD MISSING VALUES

Keskustelua:

- Vesi- ja ympäristöhallituksesta ja geologian tutkimuskeskuksesta on pyydetty lausunto porakaivotiedostoista. Kummatkin virastot suhtautuivat asiaan myönteisesti, mutta aihetta ei todettu kuitenkaan niin tärkeäksi, että tarkoitukseen olisi annettu määrärahoja.
- Tietoja porakaivotiedostoon saadaan keräämällä niitä järjestelmällisesti pohjavesiselvitysten yhteydessä ja monelta alueelta saadaan haastattelutietoja. Myös sivuprojekteista kuten "suolaiset kalliovedet" on kerätty tietoja. Lisäksi Saarijärven ja Viitasaaren kunnat ovat toimittaneet aktiivisesti tietoja porakaivotiedostoon. Tietoja on tallennettu noin pari kertaa viikossa.
- Porakaivotiedostoon tallennettu antoisuus on koepumppaustilanteen antoisuus jaettuna kolmella.
- Porakaivotiedostoa voidaan käyttää vertailutietona, kun joudutaan suosittelemaan tai antamaan neuvoja vedensaantimahdollisuuksista esimerkiksi haja-asutusalueilla. Alueella, missä liikutaan, on suositeltavaa tehdä normaalipohjavesiselvitysten yhteydessä harvahkokin kartoitus porakaivotiedoista. Kuopion vesi- ja ympäristöpiirissä on Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiirin esimerkin mukaisesti alettu keräämään porakaivotietoja.
- Ruotsissa ovat vuodesta 1976 lähtien kaivojen poraajat sekä maaperätutkijat, joiden tavoitteena on kaivojen rakentaminen, joutuneet lakisääteisesti täyttämään kaavakkeet saaduista tiedoista. Suomessa on myös tavoitteena, että poraaja on velvollinen antamaan tärkeimmät porakaivotiedot.
- Keskusteltiin piireissä olevien rekisterien tarpeellisuudesta ja todettiin, että kaikkia vesi- ja ympäristöpiireissä olevia rekistereitä ei ole kyetty pitämään ajan tasalla.

Heikki Ranta
Tamrock Driltech

KAIVONPORAUSMENETELMÄT JA LAITTEET SUOMESSA

Yleistä

Kun puhutaan Suomesta tai yleensä Pohjoismaista, porakaivolla ymmärretään peruskallioon porattua kaivoa, jossa kallion päällä on yleensä vähintään routarajan alapuolelle ulottuva maakerros. Syvimmillään maakerros saattaa ulottua lähelle sataa metriä. Porauksen aikana maakerrokseen sekä muutaman metrin matkalle kallioon asennetaan ns. maaputki tai suojaputki, joka yleensä on rautaa. Yleisimmät reikäkoot maakerroksessa ovat 127-205 mm ja kalliossa 114-165 mm. Kaivojen syvyydet vaihtelevat muutamasta kymmenestä metrillä muutamaan sataan metriin.

Porakaivo voi myös olla ns. siiviläkaivo, jossa reikä ei ulotu peruskallioon saakka vaan loppuu vesipitoiseen irtoaineskerrokseen. Tällöin vesipitoiseen kerrokseen asennetaan maaputken paikalle siiviläputki, jonka läpi vesi pääsee virtaamaan puhtaana ilman irtoainesta kaivoon.

Porausmenetelmät

Suomessa käytetään nykyisin lähes yksinomaan kiertoporauksen alalajina olevaan uppoporaukseen perustuvia porausmenetelmiä, koska peruskallio on kovaa ja irtoaineskerroksessakin on useimmiten kovia irtokiviä.

Kaivonporausmenetelmät voidaan jakaa kolmeen pääryhmään materiaalin irrotus- tai rikkomistavan mukaan:

1. Iskevä poraus
2. Päältäiskevä poraus
3. Kiertoporaus

Iskevällä porauksella tarkoitetaan porausta, jossa porattavaa materiaalia irroittavaa tai rikkovaa raskasta terää pudotetaan ja nostetaan jatkuvasti reiässä. Kun tunkeutuminen hidastuu, täytyy reikä tyhjentää porauslietteestä. Tämän jälkeen voidaan porausta jatkaa. Vaikka iskevään poraukseen on kehitetty jatkuva porauslietteen pumppausjärjestelmä, on poraus hidasta ja vaivalloista varsinkin kovassa kivessä.

Päältäiskevällä porauksella ymmärretään porausta, jossa paineilma- tai hydraulikäyttöinen vasara iskee poraustankojen päähän välittään iskun tankojen alapäässä olevaan porakruunuun. Irrotettu kiviaines huuhdellaan pois reiästä paineilman avulla. Tämä porausmenetelmä on hyvin tehokas porattaessa alle 50 metrin syvyisiä reikiä. Koska kaivon syvyyttä ei etukäteen tiedetä ja kaivoa saatetaan joutua poraamaan sataan metriin tai syvemmällekin, menetelmästä tulee epävarma.

Iskevä poraus oli Suomessa käytössä vielä 60-luvulla, mutta menetelmän hitaus ja ensin päältäiskevän menetelmän ja myöhemmin 70-luvulla uppoporausmenetelmien kehittyminen ovat syrjäyttäneet iskevän porauksen. Uppoporaus on myös korvannut päältäiskevän kaivonporauksen lähes kokonaan.

Kiertoporauksella tarkoitetaan porausta, jossa käytetään syöttövoimaa ja pyöritysvoimaa porausputkien välityksellä poranterän voimanlähteenä. Menetelmässä voidaan käyttää joko leikkaavia tai murskaavia porakruunuja (teriä). Reiän huuhteluun porausjätteistä voidaan käyttää joko ilma- tai vesipohjaisia "nesteitä".

Kiertoporauksessa leikkaavia porakruunuja käytetään pehmeään kiviainekseen ja irtoaineskerrokseen. Murskaavia kolmirullakruunuja voidaan yli 200 mm:n kokoluokassa käyttää kovaankin kiveen, jos on käytettävissä riittävän suuri syöttövoima. Alle 200 mm:n kokoluokassa murskaavia kruunuja käytetään yleensä pehmeähkөөn kiveen tai irtoainekseen. Pehmeässä materiaalissa kovametallinastaisten murskaavien rullakruunujen sijasta voidaan käyttää teräshampaisia rullakruunuja.

Kun kiertoporauksessa porakruunun tilalla käytetään uppoporauskonetta, puhutaan uppoporauksesta. Syöttö- ja pyöritysvoiman lisäksi uppoporakone tarvitsee paineilmaa toimiakseen. Uppoporakone toimii samalla periaatteella kuin pneumaattinen päältä-iskevä porakonekin paitsi, että uppoporakone sijaitsee reiän pohjalla. Neljän, viiden ja kuuden tuuman uppovasarakoot ovat yleisimmät. Paineilman tarve vaihtelee 12-24 m³/min riippuen vasarakoosta ja halutusta painetasosta. Painetaso, joka vaihtelee 12-24 bar, määrittelee porauksen tehokkuuden. Kun porauslaitteessa on painereserviä pystytään suhteellisen syvääkin vedellä täyttynyttä reikää jatkamaan sillä kymmenen metriä vesipilaria vastaa noin yhden barin painetta.

Kun irtoaineskerros on sellaista, että porattava reikä ei pysy auki, voidaan leikkaavien ja rullakruunujen kanssa käyttää vesipohjaisia lietteitä tukemaan reikää. Koska vain ilmapohjaisia huuhteluaineita voidaan käyttää uppoporauksessa, se soveltuu sortuvien reikien poraukseen vain ns. Odex- tai Tubex-menetelmän kanssa.

Tubex-menetelmässä uppoporakone lyö suojaputkea (maaputkea) reikään samanaikaisesti kun poraus etenee. Reikä ei pääse irtoaineskerroksessa sortumaan ja kun poraus on edennyt peruskallioon käännetään epäkesko reiän avarrin asentoon, jossa uppoporakone Tubex- kaluineen voidaan nostaa ylös reiästä suojaputken jäädessä paikoilleen. Tämän jälkeen porausta jatketaan normaalisti uppoporakoneella.

Porauslaitteet

Iskevää porausta ja sitä suorittavaa köysikonetta eikä myöskään päältäiskeviä porausmenetelmiä käytetä juuri enää kaivonporauksessa Suomessa. Sen vuoksi tässä käsitellään kiertoporauslaitteita ja niistä lähinnä uppoporaukseen soveltuvia laitteita.

Kaivonporauksessa tärkeitä laitteelta vaadittavia ominaisuuksia ovat:

1. Nosto- tai kannatuskyky

Kun porausputket painavat 10-30 kg/m edellyttää 100 metrin syvyisen reiän poraus vähintään 1000-3000 kg:n nostovoimaa laitteelta pelkkien putkien nostoon ilman kitkaa. Koska kuitenkin reiässä on aina kitkaa ja poraustyökalu saattaa jumittua reikään, edellytetään laitteelta yleensä 50-100 % enemmän nostovoimaa kuin mitä reiässä oleva porauskalusto painaa.

2. Kierrosluku ja pyöritysmomentti

Kierroslukualue vaihtelee 20-200 rpm, uppoporauksessa se on pienimmillään ja kiertoporauksessa suurimmillaan. Pyöritysmomenttia tarvitaan eniten Tubex-porauksessa, maksimissaan momentti saattaa nousta 7000 Nm:iin.

3. Huuhteluainepumppu

Kiertoporausksessa voidaan käyttää lietteen pumppaukseen ns. mutapumppua tai ilmapohjaisessa huuhtelussa ilmakompressoria ja sen lisäksi mahdollisesti veden- ja vaahdoninjektointipumppuja. Uppoporausksessa mutapumppua ei voi käyttää, mutta kolmea viimeksi mainittua kylläkin. Ilmakompressorin on tärkein koska se on myös uppoporakoneen iskujen voimanlähde.

4. Kuljetuskyky

Laitteelta tai sen alustalta edellytetään, että se pystyy kuljettamaan tarkoituksenmukaisen määrän porausputkia ja muuta porauskalustoa. Koska laitetta pystyy yksi henkilö käyttämään, ei kuljetuksia varten haluta erikseen toista työntekijää.

5. Ajo- tai liikuteltavuusominaisuudet

Laitteelta tai sen alustalta edellytetään, että sillä päästään helposti siirtymään kaivonporauspaikalta toiselle, jopa useita satoja kilometrejä. Lisäksi edellytetään, että porauslaitteella päästään maastollisesti vaikeisiin porauspaikkoihin tai että porauspaikalle mennessä ei rikota esim. pihamaata.

6. Lisävarusteet

Suojaputkien yhteenliittämiseen tarvitaan hitsauskonetta, uppoavasaran voiteluun tarvitaan voitelulaitetta, porakruunujen teroitukseen tarvitaan teroituskonetta, vesisäiliötä tai kuivapölynerotinta pölyn-sidontaan, lämmittimiä kylmäkäynnistykseen jne.

Nykyisten kokonaistaloudellisuuteen ja tarkoituksenmukaisuuteen perustuvien laitevalintakriteerien mukaan kierto- ja uppoporaukseen soveltuvat kaivonporauslaitteet voidaan karkeasti jakaa kahteen ryhmään sen mukaan, ovatko sekä poraputkien pyörittämiseen ja syöttöön että huuhteluun ja uppoporakoneen käyttöön tarvittavat komponentit kiinteästi samalla alustalla tai samassa kuljetusajoneuvossa vai ovatko ne erotettavissa lähinnä kahdeksi eri yksiköksi.

Varminta ja tehokkainta sekä myös työntekijää silmälläpitäen turvallisinta kaivonporaus on mekanisoidulla yhden yksikön laitteella, jossa on kaikki tarvittavat välineet mukana ja jossa on riittävästi tehoa esim. porakaluston irrottamiseen, jos se jumittuu reikään. Yleensä tällaiset laitteet painavat 20-30 tonnia ja ne soveltuvat käytettäväksi vain paikoissa, jonne ne mahtuvat tai jonne johtavat tiet ja sillat ovat riittävän vahvat.

Kahden yksikön laitteista parhaat ovat sellaisia, joissa itse porauslaite (ilman huuhteluainepumppua, uppoporausksessa ilmakompressoria ja suurta kuljetusalustaa) on kevyt mutta kuitenkin voimakas. Porauslaite on ajettavissa omalla voimalla pahaankin porauspaikkaan muutaman sadan metrin päähän ilmakompressorista ja kuljetusalustasta. Laite pystyy kuljettamaan mukanaan tarvittavat porausputket ja muun porauskaluston niin, ettei porarin tarvitse raahata painavia porausputkia ja uppoporaukuskonetta.

Keskustelua:

- Kaivon porauslaitteisiin toivottiin rakopiir-
turia.
- Haja-asutuksen tarpeisiin arvioitiin rakennet-
tavan n. 12 000 porakaivoa seuraavan kymmenen
vuoden aikana.

POHJAVESISSELVITYKSET

Vesi- ja ympäristöhallituksen koulutustilaisuus
Tampereella 25.-26.1.1989

KOKEMUKSIA VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON UUSISTA KENTTÄ- TUTKIMUSVÄLINEISTÄ - VASARASEISMINEN REFRAKTIOLUOTAIN

Hydrogeologi Jorma Mäkelä
Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri

LAITTEISTO

Kesällä 1987 hankittiin Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiriin 12-kanavainen vasaraseisminen refrektioluotain Geometrics ES-1225. Luotauskalusto käsittää seismografin lisäksi geofonit ja muovilekan kaapeleineen. Luotain saa virtansa akusta, joka la-
dattuna kestää hyvin täyden kenttätööpäivän. Seismografiin kuu-
luvat mm. näyttöruutu, säätöpainikkeet, printteri, RS-232 -
portti ja kaapeleiden kiinnityspaikat. Laitteisto on kevyt ja
periaatteessa sitä voi käyttää jopa yksin.

KÄYTTÖKOhteet

Luotainta on käytetty lähinnä kalliokaivonpaikkojen etsimiseen. Toisin sanoen luotaukset ovat keskittyneet kallioperän heikkous-
vyöhykkeiden paikallistamiseen. Luotauksia on tehty myös maapeit-
teen paksuuden ja pohjavedenpinnan syvyyden selvittämiseksi. Keski-Suomessa on luodattu noin 70 linjaa (~7 km, 210 pistettä). Luotauksia on tehty myös Kuvy:n, Kavy:n ja Hevy:n alueella. Li-
säksi on järjestetty muutamia näytösluotauksia.

LUOTAUKSEN SUORITUS

Tutkimuskohteen ja -tarkoituksen mukaan valitaan käytettävät geo-
fonivälit. Geofonit asennetaan tukevasti maahan ja geofoni- sekä
vasarakaapeli kiinnitetään seismografiin. Geofonien herkkyys sää-
detään sopivaksi (taustamelu). Tutkimuslinjalla lyödään lekalla
"ei voima vaan äly" -periaatteella (Kuvy) kolmessa pisteessä ja
tarvittaessa linjan päiden ulkopuolella. Kulkuajat merkitään
muistiin. Linja merkitään maastoon. 3-4 miehen vahvuinen kenttä-
työryhmä luotaa helposti 4-5 linjaa päivässä.

TULOSTEN TULKINTA

Luotaimen mukana toimitetaan luotaustulosten tulkintaohjelma. Luotaustulokset voidaan ottaa maastossa nauhurille (RS-232), josta tiedot voidaan siirtää tietokoneelle toimistolla. Osin tul-
kintaohjelman kankeuden, osin teknisten vaikeuksien vuoksi luo-
tausohjelmaa ei ole käytetty. Sen sijaan on kehitetty omia ATK-
ohjelmia, joista eniten käytetty on taskulaskimelle ohjelmoitu
kenttätulkintaohjelma. Sen avulla voidaan luotaushavainnot tul-
kita maastossa alle viidessä minuutissa.

Tulkinnassa on käytetty kolmea menetelmää: critical distance -, intercept time- ja delay time -menetelmää. Näistä kahta ensimmäistä voi hyvin käyttää maastossa. Niiden avulla voidaan laskea maakerrosten nopeudet (maalajit) ja paksuudet sekä kallion nopeus ja syvyys lyöntipisteissä. Delay time -menetelmällä saadaan maakalliotiedot jokaisen geofonin kohdalta erikseen (profiilitulkinta). Liitteessä 1 on esimerkki ohjelmoitavalle taskulaskimelle soveltuvasta tulkintaohjelmasta (critical distance -menetelmä).

KÄYTTÖKOKEMUKSIA

Luotain on osoittautunut luotettavaksi tutkimusvälineeksi maapeitteen paksuuden selvittämisessä. Tämä on voitu todeta esim. luotausten jälkeen tehtyjen kalliokaivojen porausten yhteydessä. Luotauksissa on päästy jopa 10 cm:n tarkkuuteen. Luotaus- ja tulkintatekniikkaa on tarkoituksellisesti kalibroitu paikoissa, joiden maakerrospaksuudet tunnetaan. Luotauksissa on päästy parhaimmillaan lähes 40 metrin syvyyteen.

Myös kallion keskimääräisestä rikkonaisuudesta luotauslinjalla saadaan verrattain hyvä kuva. Rikkonaisuiksi tulkituissa kohteissa tehdyt koeporaukset ovat onnistuneet hyvin. Yleisesti kallionopeudet ovat vaihdelleet 3 000-7 000 m/s (rikkonainen-ehjä). Geofoniväleittäin laskettuja kallionopeuksia ei välttämättä voida pitää täysin luotettavina. Tulosten luotettavuuteen vaikuttaa lähinnä maapeitteen paksuus.

Itse seismografi on toiminut luotettavasti. Pieniä vikoja on tosin havaittu. Esim. näyttöruudun suojakansi irtoaa helposti; laite on muutoin vesitiivis. Printteriä ei ole tarvittu kuin näytösluotauksissa. Sen viemän tilan olisi voinut käyttää esim. suurempaan näyttöruutuun. Geofonijohdot katkeilevat helposti; täyden sarjan korjaaminen maksaa noin 1 500 mk. Geofonien irroittamiseen ja kiinnitykseen tuleekin kiinnittää huomiota.

Kaiken kaikkiaan luotaimella on saatu arvokasta tietoa erityisesti kalliokaivojen koeporauspaikkoja etsittäessä. Luotaustulosten perusteella on voitu välttää paksujen maakerrosten peittämiä alueita, joissa koeporauksiin varatut rahat olisivat muutoin voineet kulua jo pelkkään maapeitteen läpäisyyn. Jo maastossa tehty tulkinta säästää usein turhalta maastotyöltä ja ohjaa tutkimuksia oikeisiin kohteisiin.

Vielä!

EG&G GEOMETRICS
ES-1225
VERSION 2.0

FILE NO 3

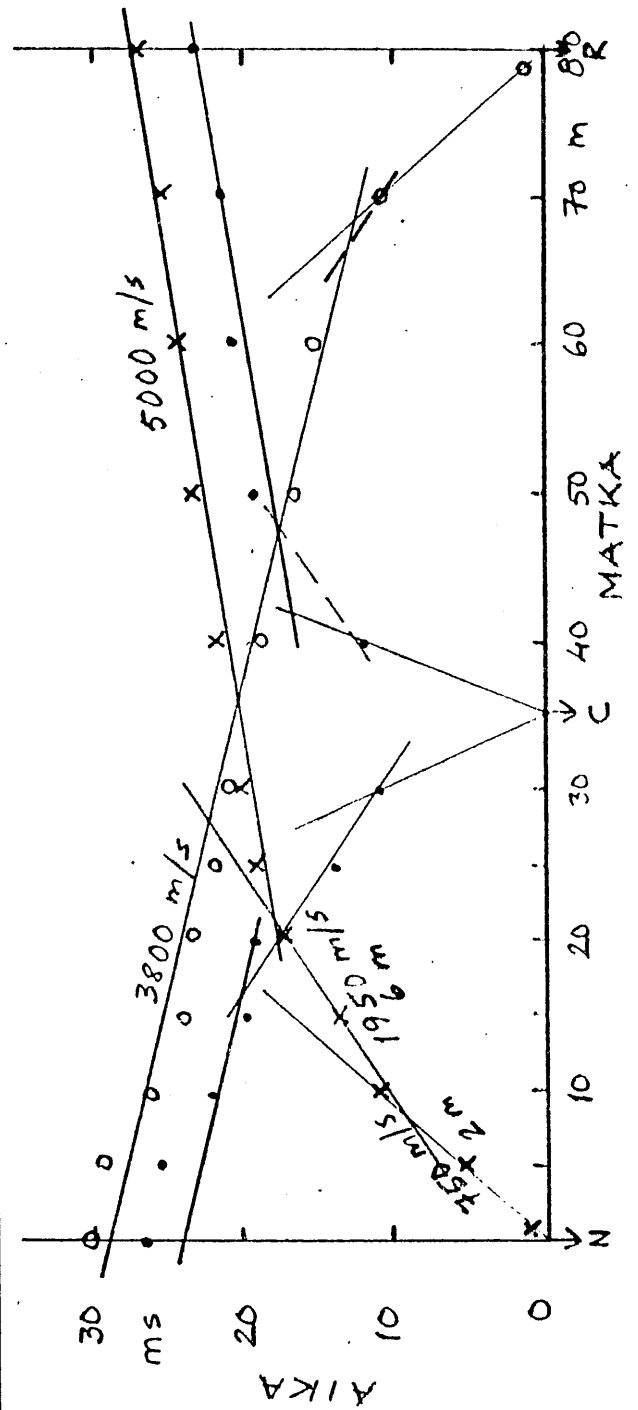
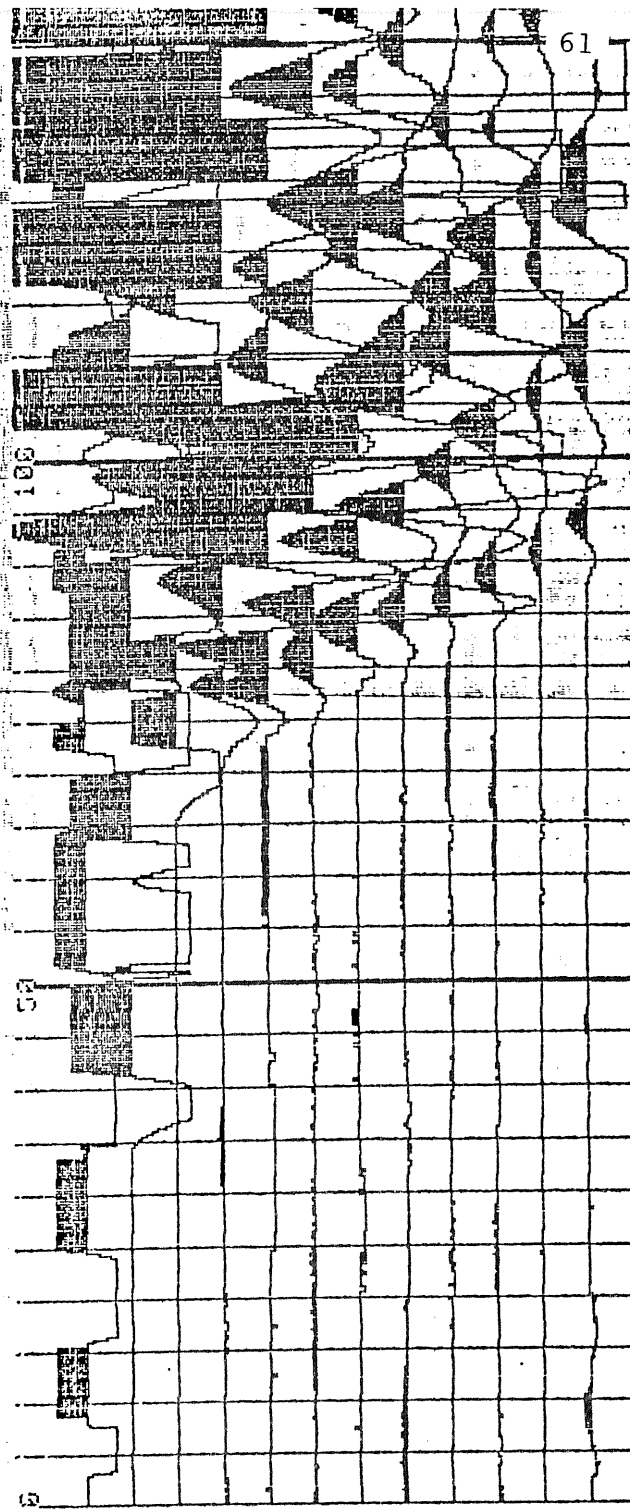
RECORD TIME
250 MSEC

DELAY TIME
0 MSEC

STACK COUNT
2

FILTER IN

CH	GN	TS
1	36	9
2	42	11
3	48	10
4	48	16
5	54	18
6	60	16
7	54	18
8	54	17
9	54	16
10	60	15
11	60	13
12	60	15



P1(N) $v_p \sim 2,0$ m

2,0 Mr

6,0 Mr (154h)

Ka

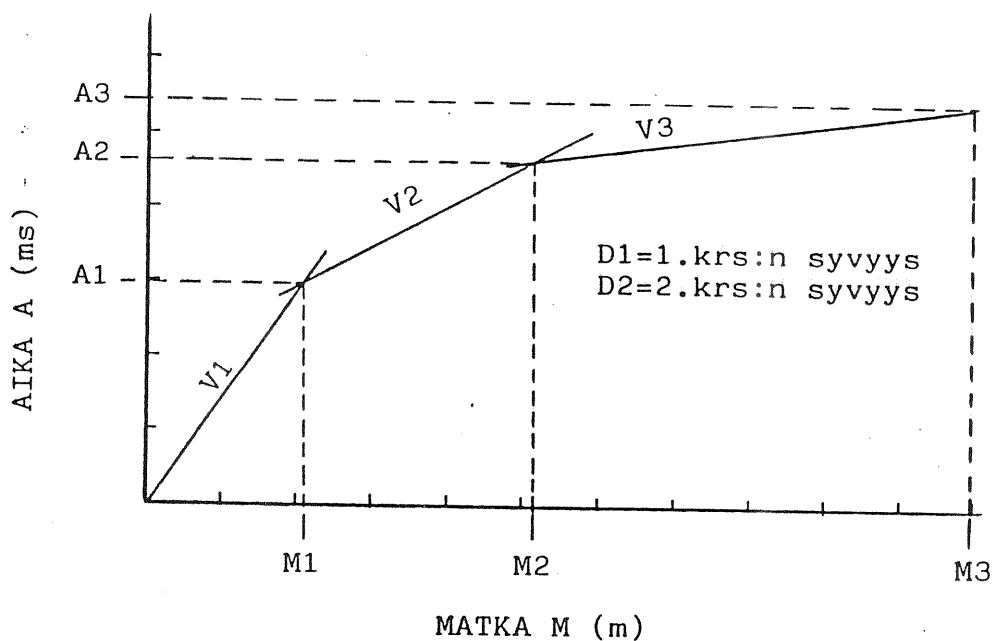
~ 4150 m/s

Program 1 (Critical-distance method)

```

10 PRINT "Luotaus"
20 INPUT "M1",A
30 INPUT "A1",B
40 V=A/B*1000
50 PRINT "V1=",RND(V,-1);" m/s"
60 INPUT "M2",C
70 INPUT "A2",D
80 X=((C-A)/(D-B))*1000
90 PRINT "V2=",RND(X,-1);" m/s"
100 K=(A/2)*((X-V)/(X+V))0.5
110 PRINT "D1=",RND(K,-2);" m"
120 INPUT "M3",E
130 INPUT "A3",F
140 Y=((E-C)/(F-D))*1000
150 PRINT "V3=",RND(Y,-1);" m/s"
160 L=(C/2)*((Y-X)/(Y+X))0.5+0.8*K
170 PRINT "D2=",RND(L,-2);" m"
180 GOTO 20

```



Keskustelua:

- Jos maanopeudet lasketaan kahdelle tai kolmelle maanopeudelle, onko siinä paljon eroa? Jos pohjavesikerrosta ei saada näkyviin, antaa luotaus virheen. Moreenialueella, missä kallio on lähellä maanpintaa, voi olla esimerkiksi metri pohjavettä. Jos pohjavedenpinta ei näy luotauksessa, niinkuin usein käy, luotaus määrittää kallion paljon lähemmäksi maanpintaa, mitä se todellisuudessa on. Virhe on metreissa vain 3 - 4 metriä, mutta prosenteissa se on 30 - 40 % ja vaikuttaa laskutuloksiin.

KOKEMUKSIA VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON UUSISTA KENTTÄTUTKIMUSVÄLINEISTÄ - MAAVASTUSLUOTAUS

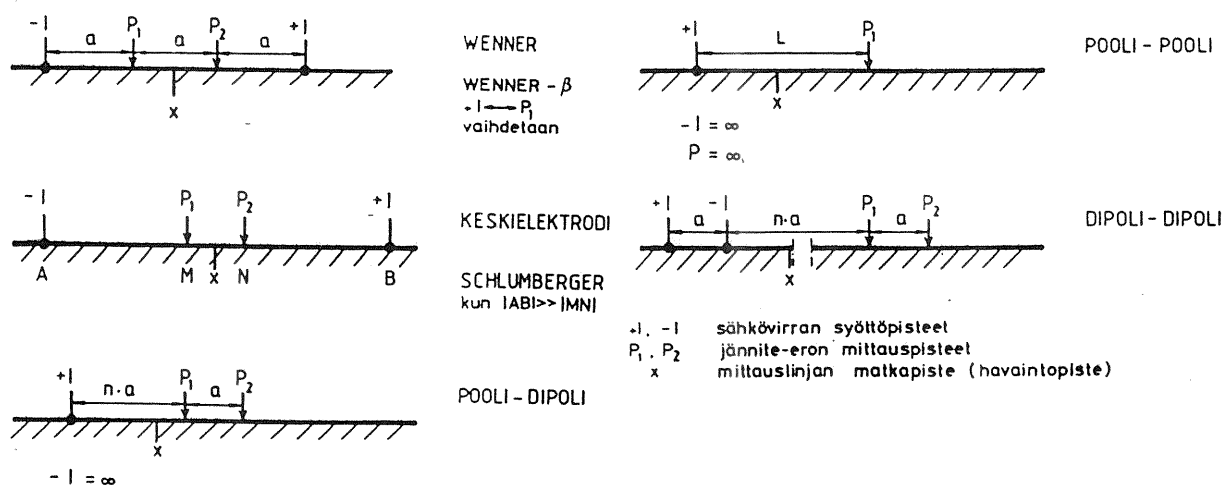
Tutkija Tapio Strandberg
VYL / ttt

Yleistä

Maavastusluotauksella ja -kartoituksella tutkitaan maahan syötetyn virran avulla muodostettua potentiaalikenttää. Vastusluotauksen avulla saadaan tietoja maa- ja kallioperän vertikaalisesta ja maavastuskartoituksella horisontaalisesta vaihtelusta. Syöttövirtana käytetään tasavirtaa tai matalataajuisia vaihtovirtaa. Syöttöelektrodien etäisyyttä vaihtelemalla saadaan näennäisominaisvastuksen ρ_a (ohm-m) vaihtelun avulla mitattua maa- ja kallioperän ominaisuuksia eri syvyyksiltä. Mitattujen arvojen avulla saadaan laskemalla tai tulkitsemalla epäsuorasti laskettujen tai mallikokeiden avulla saatuihin mallikäyriin vertaamalla kunkin kerroksen ominaisvastus sekä rajapintojen syvyydet.

Mittaukset

Maavastusluotaus voidaan suorittaa usealla eri geometrisella mittausjärjestelmällä (kuva 1). Mittausgeometria valitaan olosuhteiden tai tarvittavan tiedon perusteella.



Kuva 1. Maavastusmittauksien geometrioita.

Teknillisessä tutkimustoimistossa on maavastusluotauksia suoritettu ainoastaan Sclumbergerjärjestelmällä, koska se soveltuu hyvin kohteisiin joissa on horisontaalista vaihtelua sekä tutkimuksiin, joissa pyritään selvittämään tarkat kerrosrajat. Lisäksi järjestelmällä työmäärä maastossa on vähäinen sekä siihen on käytössä valmiit tulkintaohjelmat.

Suoritetuissa luotauksissa sähkövirran syöttöelektrodien väli on vaihdellut 2-320m. Jännite-eron mittauselektrodien väli on tällöin ollut 1-10m. Tutkittavien maapeitteiden ollessa matalia saadaan riittävästi tietoa huomattavasti pienemmällä syöttöelektrodiväleillä, sillä Sclumbergerjärjestelmällä syvyysulottuvuus on noin 0.125 kertaa syöttöelektrodiväli.

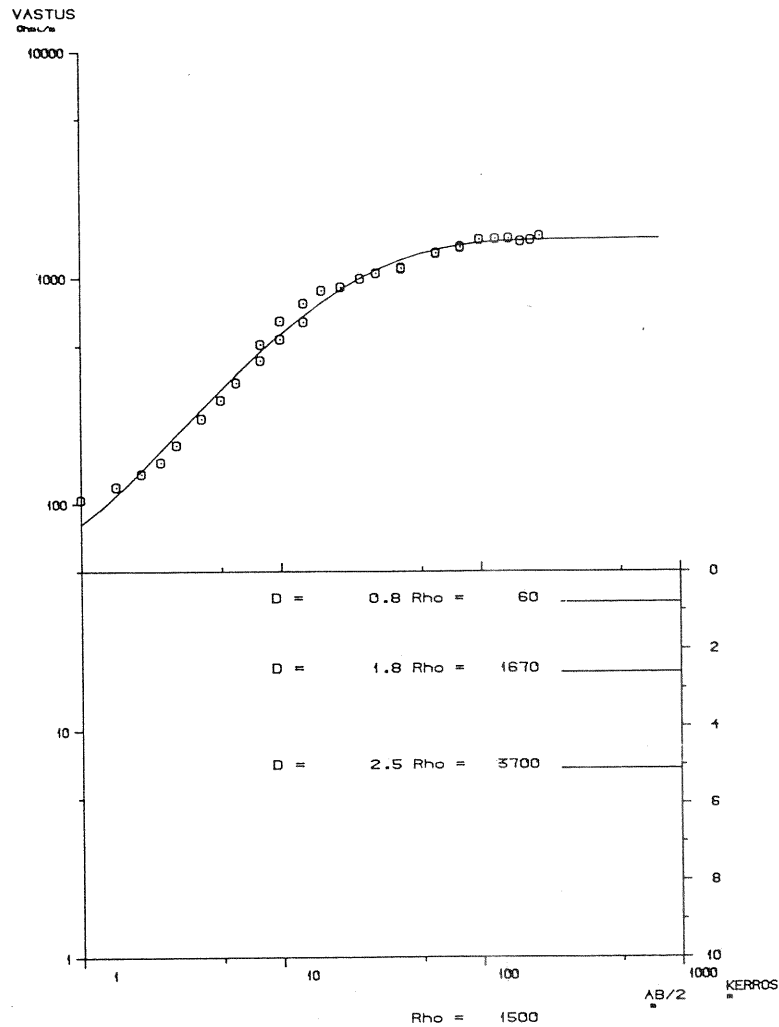
Teknillisessä tutkimustoimistossa mittaukset on suoritettu Oulun yliopistossa suunnitellulla tasavirtamittauslaitteistolla. Laitteistossa syöttövirta aikaansaadaan 9V paristoilla, jotka on kytketty sarjaan siten, että laitteesta saadaan 18V, 108V, ja 198V syöttöjännite. Syöttöjännite valitaan siten, että syöttövirta on välillä $200\mu A < I < 20mA$. Usein, varsinkin karkeissa maalajeissa elektrodien ja maaperän välinen vastus on niin suuri, että on käytettävä yhtäaikaista useampia elektrodeja. Jännite-elektrodien välin on oltava niin suuren, että jännite-ero voidaan riittäväällä tarkkuudella mitata. Tavallisesti tämä jännite-elektrodien väli on 1/5-1/20 virtaelektrodien välistä.

Tasavirtamittauksissa on ennen varsinaista mittauksia kompensoitava jännite-elektrodien välillä vallitseva satunnainen jännite vastakkaissuuntaisella jännitteellä. Syöttövirran mittaus tapahtuu muutaman sekunnin virransyötön jälkeen tavanomaisella yleismittarilla. Samanaikaisesti mitataan toisella vastaavanlaisella mittarilla jännite-ero.

Mittaus kannattaa yleensä toistaa muutaman kerran, jolloin saadaan korjattua mahdolliset virhelukemat. Luotaus on maastossa varsin nopeaa ja yksinkertaista suorittaa. Kolmen henkilön ryhmä voi työpäivän aikana suorittaa useita luotauksia.

Tulkinta

Tässä yhteydessä käsitellään yksinkertaisuuden vuoksi vain käyräsovitusmenetelmää ja sen ATK-sovellutusta. VYH:n tietokoneella on Geokirjastossa MVANTO-ohjelma (komento set up geo), joka laskee Sclumbergerjärjestelmällä eri elektrodiväleillä mitatun jännitteen ja virran avulla näennäisen ominaisvastuksen. Lasketut arvot voidaan suoraan siirtää tulkittavaksi MVTULK-ohjelmalla. Se piirtää mitattujen näennäisominaisvastusarvojen avulla logaritmiselle asteikolle käyrän. Tulkinta suoritetaan vertaamalla mitattujen tulosten avulla saatua käyrää siihen käyrään, jonka ohjelma piirtää annettujen kerrospaksuuksien ja vastusarvojen perusteella (kuva 2). Ohjelma voi myös optimoida enintään kolmea eri kerroksen vastus- tai syvyysarvoa. Mikäli tulkintaa suoritettaessa on edes hieman ennakkotietoa alueesta ei tulkinnan suorittaminen ATK:n avulla ole kovin-kaan työlästä.



Kuva 2. Maavastusluotauksen tulkinnessa käytettävä mallikäyrä ja mittaustulokset.

Maa- ja kallioperän vastusarvoihin vaikuttavat mineraalikoostumus, huokoisuus, pohjavesi ja sen elektrolyyttipitoisuus. Eri maalajien vastusarvot menevät osittain päällekkäin. Tämän johdosta luotauksilla ei aina saada yksiselitteisesti tulkittua maalajeja. Vastusero veden kyllästäjän ja kyllästäättömän maakerroksen välillä on kuitenkin niin suuri että pohjaveden pinta on yleensä helposti havaittavissa. Samoin on laita kallion pinnan aseman suhteen. Vastuskartoituksella voidaan selvittää maaperän horisontaalivaihtelun lisäksi kallion rikkonaisuusvyöhykkeiden sijainti sekä niiden kaade.

Maavastusluotauksien tulkinnessa on runsaasti epävarmuustekijöitä, sillä esim. sitä onko vastusarvon vaihtumisen aiheuttanut pohjaveden pinta tai maalajin vaihtuminen ei aina voida selvittää yksiselitteisesti ilman muuta tietoa alueesta. Maavastusluotaus puoltaa kuitenkin paikkaansa edullisena tutkimusmenetelmänä pyrittäessä laajentamaan alueelta muilla menetelmillä saatua tietoa tai esim. kohdennettaessa muita tutkimuksia.

KENTTÄLABORATORIO HACH DREL 1C

Yleistä

Välineistö on sijoitettu kooltaan 61 x 30.5 x 25.4 cm:n laukkuun, jonka kokonaispaino on 12,8 kg. Laukku sisältää suodinfotometrin, digitaalititraattorin, tarvikkeet, reagenssit ja lisävarusteena hankitun pH-mittarin. Virtalähteenä on joko paristot tai verkkolaite. Laitteen mukana tulee englanninkieliset ohjekirjat. Laitteen hinta on tällä varustuksella n. 10 000 markkaa.

Määritykset

Määritykset tapahtuvat joko fotometrillä, titraamalla tai värivertailulla.

Fotometriset määritykset

bromi	0-4 mg/l	kloori (kok.)	0-1,7 mg/l
kromi	} 0-1,7 mg/l	väri	0-500
(VI-arv.)		jodi	0-6 mg/l
kupari	0-3 mg/l	mangaani	0-10 mg/l
rauta (kok.)	0-2 mg/l	nitriitti	0-0,2 mg/l
nitraatti	0-30 mg/l	fosfori (org.)	0-20 mg/l
ammoniakki	0-2 mg/l	fosfori (epäorg.)	0-20 mg/l
fosfori	} 0-3 mg/l	sameus	0-500 FTU
(liuennut)			
pii	0-3 mg/l		
sulfaatti	0-100 mg/l		

Värivertailumääritykset:

sulfidi (H_2S) 0-5 mg/l

Titrimetriset määritykset:

asiditeetti	0-250 mg/l	alkaliteetti	0-250 mg/l
hiilidioksidi	0-100 mg/l	kloridi	0-125 mg/l
kok.kovuus	0-250 mg/l	happi (liuennut)	0-20 mg/l

Lisätarvikkeilla voidaan määritysvalikoimaa laajentaa.

Fotometrysten määrittysten suoritus

Fotometrin mittariin sijoitetaan ko. määrittysten asteikko ja valitaan oikea suodin, jonka jälkeen säädetään mittarin näyttö. Näytteeseen sekoitetaan reagenssi, joka on yleensä valmis annospakkaus muovisessa tyynyssä. Väriin muodostumisen jälkeen näytekyvetti asetetaan fotometriin. Asteikolta saadaan ko. aineen pitoisuus.

Titrimetrysten määrittysten suoritus

Digitaalititraattoriin liitetään tarvittavaa titrausliuosta sisältävä ampulli. Näytteeseen lisätään indikaattoriaine ja mahdollinen puskurikemikaali, jolloin näytteeseen muodostuu väri. Lisätään titrausliuosta kunnes väri vaihtuu. Luetaan liuoksen kulutus laskurista ja lasketaan tulos.

Tulosten tarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä

- reagenssin toimivuuden tarkistus
- laitteiden toimivuuden tarkistus
- näytteen oikea ottotapa ja käsittely
- näytteen käsittelylämpötila
- laitteiston testaus laboratoriossa
- tulosten vertailu laboratoriossa tutkittavilla rinnakkaisnäytteillä

Käyttökokemuksia

Tällaiset laitteet ovat käytössä Tampereen ja Kuopion piireissä. Tampereella on eniten kokemusta raudan ja fosfaatin määrittämisestä. Kuopiossa on laitetta käytetty monipuolisemmin erilaisten vedenkäsittelykokeiden tulosten tutkimisessa. Käyttökokemukset ovat hyviä. Huolellisella ja kriittisellä työskentelyllä päästään varsin tarkkoihin tuloksiin. Laitteen heikkoudet ja virhemahdollisuudet oppii tuntemaan laitteen käytön myötä.

Keskustelua:

- Kuopion vesi- ja ympäristöpiirissä on suoritettu rinnakkaismäärittelyksiä laboratorion ja kenttäanalysaattorin välillä. Tulokset ovat olleet hyviä ja kenttäanalysaattorista ei ole mitää kielteistä sanottavaa.

Risto Reijonen
Suomen Pohjavesitekniikka Oy

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
Pohjavesiselvitykset
25. - 26.1.1989

UUTTA POHJAVEDEN VIRTAUKSEN JA KAIVON ANTOISUUDEN MÄÄRITYKSESTÄ

1 RAKENNETTAVAN KAIVON ANTOISUUDEN MÄÄRITYS PUTKIVIRTAUSMITTAUKSEN AVULLA

1.1 JOHDANTO

Pohjaveden hankinnassa on suuntauduttu harjujen ydinkerrokseen. Kun pohjaveden pinta on syvemmällä kuin 8 - 10 m maanpinnasta on olemassa olevalla tekniikalla voitu määrittää vedenottoon soveltuvat alueet. Sensijaan rakennettavien kaivojen antoisuuden arvioimiseen ei ole ollut riittävän luotettavaa menetelmää. Ongelmia ovat aiheuttaneet maanäytteiden ottotekniikkaan liittyvät vaikeudet sekä kaivon mitoitusmenetelmien puutteet. Pahimmassa tapauksessa voi kaivon paikan väärä valinta aiheuttaa kymmenien tuhansien markkojen tappiot.

1.2 KAIVON MITOITTAMISESTA

Kaivopaikan tutkimustulokset ovat lähtökohtana mitoitukselle. Niiden perusteella määritetään siiviläputken asema ja pituus sekä kaivon antoisuus. Suomessa on käytetty ns. saksalaista normia. Kaivonpaikkatutkimuksien yhteydessä otetut maanäytteet on seulottu. Seulontakäyrien perusteella on määritetty tehokas raekoko eli ns. d_{10} -arvo. Kaivosta saatava vesimäärä on laskettu Truelsen-Sichardt kaavalla:

$$Q = \frac{D_p \pi h d_{10}}{280}, \text{ missä}$$

Q = kaivosta saatava vesimäärä
 D_p = porausläpimitta
 h = siiviläputken pituus
 d_{10} = ns. tehokas raekoko

Lisäksi alenemaa kaivoissa on vapaapintaissä esiintymissä arvioitu kaavan avulla

$$s = \frac{2,3 Q}{4 T} \lg \frac{9 T t}{D_p^2 S}, \text{ missä}$$

s = alenema kaivossa
 T = esiintyvän veden johtokyky = $0,01157 \cdot d_{10}^2 \cdot h$,
 h = vettä johtavan kerroksen paksuus
 S = esiintymän varastokerroin
 T ja S voidaan määrittää myös koepumppausten avulla.

Y.m. menetelmiä käytettäessä ovat tulokset olleet epätarkkoja.

Epätarkkuuksia ovat aiheuttaneet mm. seuraavat seikat:

1. Vedenjohtavuuksien ja vettäjohtavien kerrosten sijainnin määrittäminen perustuu sekundäärisiin tuloksiin esim. maanäytteiden otto ja seulonta, kairaus-tulokset.
2. Maanäytteet ja kairaustulokset ovat poikenneet todellisista maaperäsuhteista esim. huuhtoutumista johtuen jne.
3. Em. kaavat ovat osoittautuneet epätarkoiksi suomalaisissa olosuhteissa.

Kaikki edellämainitut ongelmat ovat ilmenneet perinteisessä tutkimustekniikassa. Ongelmat korostuvat syvätutkimustekniikkaa käytettäessä, koska koepumppaustietoja ei ole käytettävissä ennen koekaivon rakentamista.

1.3 KAIVON OMINAISANTOISUUS

Putkikaivojen rakentamisen yhteydessä on kaivon antoisuus määritetty ns. ominaisantoisuuspumppauksen avulla. Kaivon ominaisantoisuus määritetään pumpaamalla kaivosta jaksoittain eri tuotoilla. Pumppauksessa tulee olla vähintään kolme jaksoa, joiden pituus vaihtelee 15s - 20 min., riippuen paikasta ja olosuhteista. Asianmukaisilla laitteilla mitataan samanaikaisesti pinnankorkeutta kaivossa ja pumpun tuottoa. Putkikaivon ominaisantoisuus riippuu paitsi vettäjohtavan kerroksen ominaisuuksista myös siivilän pituudesta.

1.4 PUTKIVIRTAUSMITTAUS

Kaivon ominaisantoi suuspumpppauksia suoritettaessa tuli esiin ajatus, voitaisiinko havaintoputkessa suoritettavalla ominaisantoi suuspumpppauksella selvittää vettäjohtavien kerrosten ominaisuudet ts. rakennettavan kaivon antoi suus. Teoreettiset selvitusten ja tehtyjen kokeilujen perusteella saatiin positiivinen vastaus.

Putkivirtausmittaus sisältää kaksi vaihetta.

Ensimmäisessä vaiheessa määritetään havaintoputken ominaisantoi suus, jonka perusteella voidaan laskea rakennettavan kaivon ominaisantoi suus. Sekä havaintoputken että putkikaivon siivilöiden hydrauliset ominaisuudet tulee tuntea luotettavan lopputuloksen saavuttamiseksi.

Toisessa vaiheessa määritetään vettäjohtavien kerrosten asema. Putkikaivon siivilän pituus ja asema taas vaikuttavat kaivon antoi suuteen. Tämän vaiheen perusteella selviää myös kaivon syvyys, joka vaikuttaa rakentamiskustannuksiin.

Putkivirtausmittauksella tutkitaan aiheutetun vedenvirtauksen avulla havaintoputkea ympäröivän maakerroksen vedenjohtavuusominaisuuksia. Tutkimus on erityisen edullinen silloin, kun virtausta ei voida aikaansaada imupumpulla. Tällöin tutkimus suoritetaan johtamalla havaintoputkeen vettä. Se siis soveltuu käytettäväksi silloin, kun pohjaveden pinta on syvemmällä kuin 10 m maanpinnasta.

Syvätutkimustekniikkaa käytettäessä joudutaan koekaivon paikka valitsemaan tilanteessa, jossa koepumppausta ei ole suoritettu eikä edustavia maanäytteitä ole. Putkivirtausmittauksen avulla voidaan vertailla eri tutkimuspisteisiin rakennettavien kaivojen antoi suutta ja vertailla rakentamiskustannuksia, minkä perusteella valitaan koekaivopaikka.

1.5 MITTAUSPUTKELLE ASETETTAVIA VAATIMUKSIA

Putkivirtausmittaukselle soveltuu parhaiten 50 mm muovinen havaintoputki. 50 mm sisäpuolelta hoonattua putkea on myös käytetty. Siiviläputken rakojen/reikien suuruus ja tiheys on tunnettava. Havaintoputken asennus on tehtävä huolellisesti.

Siivilä kannattaa asentaa kaikkiin vettäjohtaviin kerroksiin pohjaveden pinnan alla. Työputken upotuksen aikana tulee varoa niin paljon kuin mahdollista, etteivät putken ulkopuoliset maakerrokset häiriinny.

1.6 KÄYTTÖKOKEMUKSIA

Mittausmenetelmää on käytetty yli 20 havaintoputkessa. Suurimmassa osassa putkista pohjavesi on ollut syvemmällä kuin 10 metriä. Mittauskohteet ovat sijainneet erityyppisissä pohjavesiesiintymissä.

Liitteessä 1 on esitetty erään havaintoputken mittauksia. Havaintoputken ominaisantolisuudesta voidaan päätellä havaintoputken kohdalla olevien vettäjohtavien kerrosten antolisuus kokonaisuutena. Virtausjakauman avulla voidaan vertailla kerrosten vedenjohtavuutta. Jakauman perusteella on määritetty alustavasti kaivon siivilän asema ja kaivon syvyys. Tutkimuksen perusteella paikkaan päätettiin rakentaa putkikaivo. Liite 2. Kaivon antolisuudeksi tuli 5000 l/min.

Tutkimustuloksia hyödynnettäessä on huomioitava, että menetelmällä saatavat tulokset ovat piste-kohtaisia. Vettäjohtavien kerrosten ulottuvuus on kysymys erikseen.

2 POHJAVEDEN KORKEUDEN AUTOMAATTINEN REKISTERÖINTI JA TULOSTEN KÄSITTELY

2.1 JOHDANTO

Lisääntyneen pohjaveden käyttöönoton vuoksi on pohjavesitutkimus joutunut vastaamaan vaativiin tehtäviin. Tutkimukset ovat suuntautuneet yhä hankalampiin kohteisiin kuten harjujen ydinkerrokset, vrt syvätutkimustekniikka, tekopohjaveden muodostamisselvitykset sekä pohjaveden laadun heikkenemiseen liittyvät selvitykset.

Edellä mainituissa tutkimuksissa joudutaan pohjaveden virtausolosuhteet selvittämään varsin perusteellisesti.

Käytettäessä perinteistä tekniikkaa on joissakin tapauksissa jouduttu tekemään johtopäätökset puutteellisin tiedoin.

Eräissä tapauksissa tutkimustietoa on "liian" paljon, jolloin olennainen tieto on hukkunut muun tiedon joukkoon.

Käytössä on vedenottoamoita, joissa pohjaveden otto on toiminut häiriöittä kymmeniä vuosia, vaikka tutkimukset ovat olleet hataralla pohjalla. Joissain ikävissä tapauksissa on vedenottoa jouduttu vähentämään tai jopa lopettamaan pohjaveden niukuuden tai laadun vuoksi.

Epämieluisien yllätysten välttämiseksi tulisi pohjavesitutkimukset tehdä perusteellisemmin ja niiden laatua parantaa.

Eräs apu tilanteeseen on käyttää atk-tekniikkaa sekä tietojen keräykseen että tiedon käsittelyyn.

2.2 TIETOJEN KERÄYS

Pohjavesialueen veden virtauksien ja virtausolosuhteiden selvittämiseksi tarvitaan muiden tietojen lisäksi, joita on kuvattu muissa esitelmissä, luotettavia havaintoja pohjavedenpinnan korkeudesta eri tilanteissa kuten vapaa (luonnollinen) virtaus-tila eri koepumppausvaiheet ja mahdolliset imeytysvaiheet.

Pinnankorkeusmittauksia tulee tehdä riittävän tiheästi, sillä tarkoitetaan mittauksien määrää aikayksikössä, erityisesti silloin kun pinnan korkeuden muutokset ovat suuria esim. pumppauksen tuoton muutokset tai jos pohjaveden pinnoissa esiintyy ulkoisen häiriötekijän aiheuttamia muutoksia.

Tällainen tekijä voi olla esim. hyvässä yhteydessä oleva pintavesistö, jonka pinnankorkeuden vaihtelut aiheuttavat voimakkaita virtauksia esiintymään ja sieltä pois.

Suuren mittaustiheyden avulla voidaan suodattaa keskiarvovirtausta häiritsevät hetkelliset virtaukset ja toisaalta tutkia häiriöiden syitä ja vaikutuksia.

Mittauksien samanaikaisuuden avulla voidaan mitata pumppauksen vaikutusajankohta eri havaintopisteissä sekä havaita mahdolliset aaltoiluilmiöt pohjavedessä. Niillä saadaan arvokasta tietoa pohjavesikerrosten vedenjohtavuudesta.

Pinnankorkeuden mittauksen tarkkuus ei ole itsetarkoitus vaan jossain tapauksissa se on tarpeen. Esimerkkinä mainittakoon paikat, joissa pohjaveden otto tapahtuu läheltä pintavesistöä ja maaperä on erittäin hyvin vettä johtavaa. Selvitettäessä virtaussuuntia vedenottamoalueella, ovat pumppauksen aiheuttamat virtausgradientit niin pieniä, ettei käsimittauksilla ole havaittavissa eroja eri pisteiden välillä tai mittaushajonta on niin suuri ettei virtauskuvasta saada selvää.

Joissain tapauksissa on ongelmallista määrittää koepumppauksen vaikutusalueen rajat.

Asiaan voidaan vaikuttaa lisäämällä pumppauksen tuottoa tai parantamalla mittausten tarkkuutta.

Koepumppauksia ja erityisesti imeytyskokeita tehtäessä on tärkeää, että mittaustulokset ovat nopeasti käytettävissä sekä paikanpäällä että tutkimuksen ohjaajalla, jolloin voidaan hallita kokeen kulku sekä tarvittaessa ohjata sitä. Näin voidaan vähentää ympäristölle ja paikallisille asukkaille aiheutuvia haittoja.

2.3 AUTOMAATTIMITTAUSTEN TOTEUTUS

Kuten edellisessä luvussa on todettu vaaditaan mittauksilta tarkkuutta. Mittauksien pitää tapahtua samanaikaisesti kaikissa havaintopisteissä sekä mittaustiheyden tulee olla säädettävissä riittävän suureksi. Tietojen tulee olla osapuolien käytettävissä nopeasti.

Käyttämällä tietokonetta mittauksien ohjauksessa, tietojen keräyksessä ja tallennuksessa sekä siirrossa voidaan edellä mainitut ehdot täyttää.

Varsinaisen mittauksen suorittaa havaintoputkiin asennetut anturit. Tiedot siirretään kaapelia pitkin tietokoneeseen, joka käsittelee ne ja tallentaa. Pinnankorkeus mittauksen tarkkuus on 1-2 mm. Systemillä voidaan mitata muitakin suureita kuten happea, lämpötilaa jne, kysymys on anturitekniikasta.

Järjestelmässä mitataan myös pumpujen tuotot tarkasti (2%).

Pumppujen ohjaus (kaukokäyttö) voidaan suorittaa myös järjestelmän avulla.

Tiedon siirto tapahtuu yleisen puhelinverkon avulla, jolloin mittaustiedot ovat käytettävissä esim. hankkeen pohjavesitutkijalla ja suunnittelijalla.

2.4 TIETOJEN KÄSITTELY

2.4.1 Tulostus paikan päällä

Koepumppauksen aikana joudutaan usein pumppauksen aiheuttaman pohjavesikaivojen kuivumisen takia toimittamaan korvausvesiä.

Tilanteita voidaan ennakoida ja tarkistaa seuraamalla mittaustuloksia paikanpäällä.

Automaattimittauksen toimintaa seurataan myös paikanpäällä.

Samoin automaatti- ja käsimittausohjelmaa voidaan tarkistaa mittaustulosten perusteella.

Kuvaruutu tulostuksen lisäksi printataan kaikki mittaukset, jolloin kaikki tapahtumat on tarkistettavissa. Esimerkiksi sähkökatkojen ajankohdat ja kestoajat ja pumppujen pysähtymiset jne.

2.4.2 Diagrammit

Koska mittaustulokset siirretään puhelimilla ja ne ovat helposti ja nopeasti käsiteltävissä atk:lla on tulosten havainnollistaminen helpottunut. Mittaustulokset voidaan esittää esim aika-pinnankorkeus tietoina, joista on nähtävissä eri toimenpiteiden vaikutusajankohdat ja -suuruudet. Diagrammit on muunneltavissa vaivattomasti esim. aika-alenema ja matka-alenema käyriksi. Tämä helpottaa pohjavesitutkijan työtä.

2.4.3 Mallintaminen

Kun tutkitulta pohjavesialueelta on olemassa riittävästi lähtötietoja, voidaan alueen pohjavesivirtauksia eri tilanteissa kuvata eli simuloida mallin avulla. Tilanteet voivat olla kuvitteellisia, jolloin voidaan tehdä "entä jos analyysiä". Esim. jos kaivot sijoitetaan tietylle alueelle minkälaiset vaikutukset vedenotolla on jne. Pohjavesimalli on yksinkertaistettuna pohjavesiesiintymän käyttäytymistä kuvaava yhtälöryhmä. Pohjavesimalleja on eritasoisia ja niitä käytetään tietokoneessa.

Se minkäläistä mallia käytetään riippuu sovellutuskohteesta ja tavoitteista. Mallin käyttöä voidaan rinnastaa työkalun käyttöön. Vääräntyyppisen työkalun valinta aiheuttaa vaikeuksia työn toteutuksessa, mutta vika ei ole työkalussa vaan valinnassa.

Malliin syötetään tiedot pohjavesialueen olosuhteista. Tietojen luotettavuudella on olennainen vaikutus mallin antamiin tuloksiin. Mallitekniikka kulkee käsikädessä mittauksien kanssa: ei mittauksia ei toimivaa mallia, joka ratkaisisi ongelman. Malli ei korvaa mittaustuloksia. Vääriin tietoihin perustuva malli antaa lopputulokseksi varmasti väärää tietoa. Sanonta, että tietokone antaa väärillä lähtötiedoilla nopeammin ja tyylikkäämmin yhtä väärän lopputuloksen pitää tässäkin tapauksessa paikkansa.

Mallin käyttäjällä on oltava tuntuma pohjavesialueeseen, jolloin hän voi arvostella mallin toimintaa ja tuntee sen puutteet.

Viimeisin kehitysaskel pohjavesimalleissa on "itsesäätävyys". Se tarkoittaa, että koepumppauksen mittaustietojen avulla malli laskee pohjavesialueen ominaisuudet, jolloin saavutetaan olennaisesti parempi simulointitarkkuus.

Mallin simulointitulokset esitetään pohjaveden pinnanmuotoa kuvaavina kuvina. Tällaisia ovat esim. tasa-arvokäyrästöt ja 3-d kuvat. Niiden avulla voidaan nopeasti päätellä pohjavesialueen virtaussuhteet eri tilanteissa.

Mallin käyttäminen on perusteltua, kun pohjavesi-alueen toimintaa halutaan simuloida tai alueen virtaukset ovat monimutkaisuuden takia vaikeasti muista tuloksista (aika-pinnankorkeus) pääteltävissä.

2.5 POHJAVESITUTKIMUKSEN TOTEUTUKSESTA

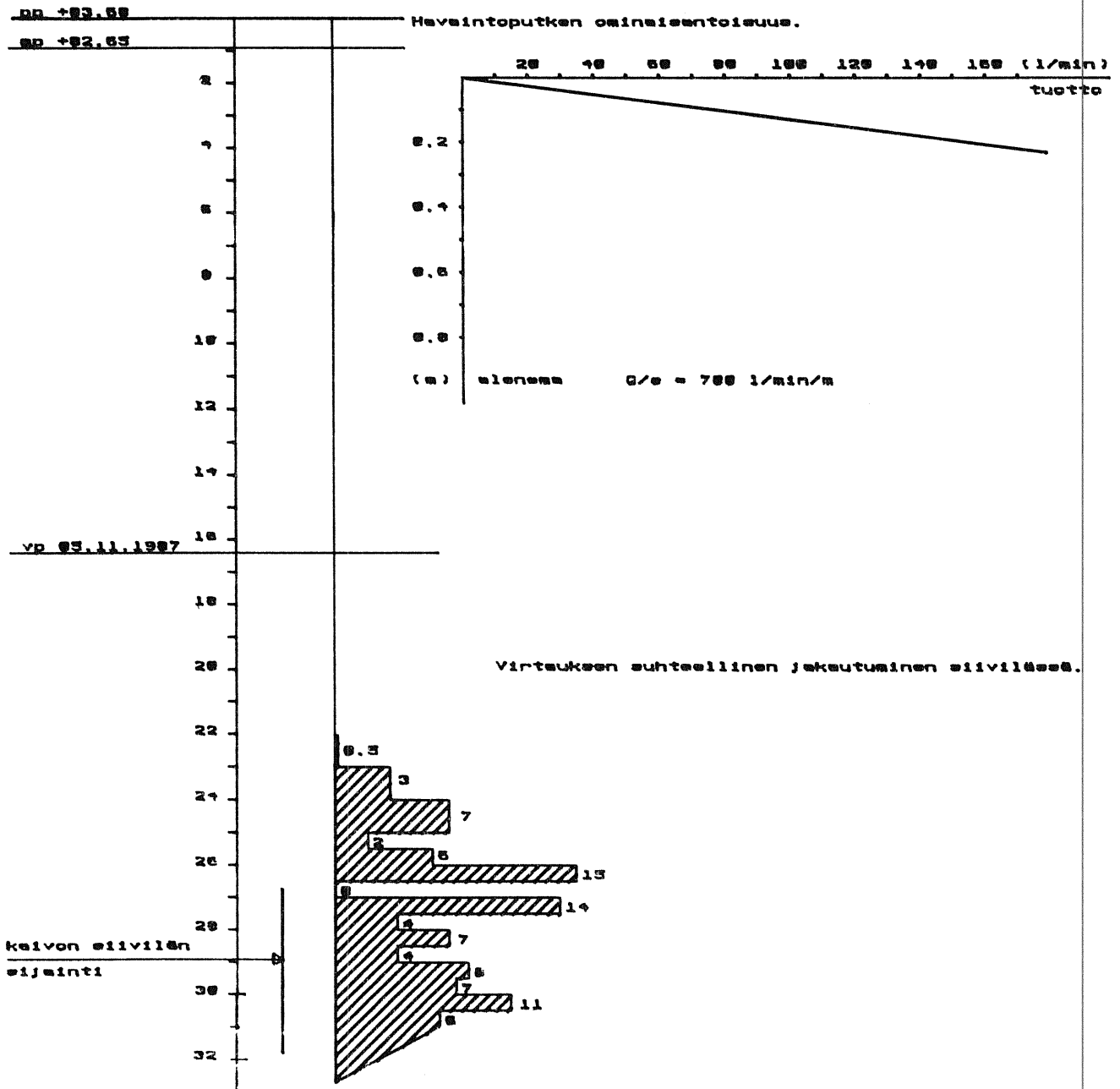
Pohjavedenottoon tähtäävä tutkimusproseduuri koostuu monesta eri työvaiheesta, joita on käsitelty tässä ja muissa esityksissä. Tutkimuksen onnistuminen edellyttää, että jokainen osa kokonaisuudessa täyttää tehtävänsä.

Kuinka laaja ja mistä osista tutkimuksen tulisi koostua, jotta saavutettaisiin tavoitteet?

Yksiselitteisen vastauksen saaminen kysymykseen ennen tutkimuksen aloittamista on vaikeata. Kokeneet tutkimuksen vetäjät pystyvät hahmottamaan tutustuttuaan kohteeseen tutkimuksen kulun, mikä jokapaikassa ei suinkaan ole samanlainen sekä tutkimusvaiheiden että kätettävien menetelmien ja laitteiden osalta. Sitä joudutaan kuitenkin usein muuttamaan tutkimuksen edetessä.

Vedenottoalueen ja erityisesti kaivon paikan etsiminen on vaativaa työtä. Uudenaikaisen tekniikan avulla saatujen tulosten tulkinnassa ja arvostelussa sekä eri osatutkimusten tulosten vertailussa ei kokemuksen merkitystä voida ylikorostaa.

LIITE 1



POHJAVEDEN BIOLOGINEN KÄSITTELY:

HIDASSUODATUS, VYR- JA ERITASOPUMPPAUSMENETELMÄT

1. HIDASSUODATUS

1.1 Johdanto

Pohjavesien laatu on yleensä selvästi parempi kuin pinta-vesien. Pohjavedenkin käyttö edellyttää kuitenkin miltei poikkeuksetta jonkin asteista käsittelyä. Puhdistusmenetelmä on siten valittava ja laitos niin mitoitetettava, että käsitelty vesi täyttää lääkintöhallituksen hyvälle juoma- ja talousvedelle asettamat laatuvaatimukset ja -tavoitteet.

Hidassuodatus on biologinen veden käsittelymenetelmä, jota on käytetty pintaveden puhdistukseen jo 1800-luvun alkupuolelta lähtien. Suomessa hidassuodatusta on käytetty pintaveden puhdistuksessa hyvin vähän. Pohjaveden puhdistuksessa hidassuodatus on sen sijaan yleistynyt viime vuosina nopeasti. Tämä on seurausta Suomessa viimeisten 15 vuoden aikana tehdystä pohjaveden biologisten käsittelymenetelmien kehitystyöstä (Hatva, Efraimsson 1977, Päättalo 1978, 1981, Hatva, Seppänen 1983, Hatva 1988, Mälkki et al. 1984, Meskus 1986, Mälkki 1986, 1988 a ja 1988 b, Seppänen 1988).

Ensimmäiset hidassuodatuksiin perustuvat veden käsittelykoeket tehtiin vesihallituksen toimesta (Päättalo 1978, 1981, Mälkki et al 1984). Puhdistumisprosessia tutkittiin Tuusulan seudun vesilaitos kl:n Jäniksenlinnan vedenottamolla (Hatva, Seppänen 1983). Tutkimuksia on jatkettu vesi- ja ympäristöhallituksen toimesta 1983 jälkeen. Tässä yhteydessä on tehty tutkimuksia mm. Pohjois-Suomen Vesitutkimus Oy:n kehittämän kuivasuodattimen mitoitusperusteiden selvittämiseksi (Meskus 1986, Ollikainen 1988). Hidassuodatusprosessia koskevien verraten laajojen tutkimusten tulokset julkaistaan vuonna 1989 useissa eri yhteyksissä (mm. Hatva 1989). Tässä luennossa onkin esitetty vain eräitä uusimpia vesi- ja ympäristöhallituksen toimesta tehtyjen tutkimusten tuloksia, joita ei ole tarkasteltu tässä yhteydessä yksityiskohtaisesti tai vertailtu aikaisemmin tehtyihin muihin tutkimuksiin.

1.2 Esikäsittely

Ilmastuksen jälkeen vesi johdetaan yleensä esikäsittelyyn. Jos raakavedessä on vähän rautaa (alle 1 mg/l), voidaan vesi johtaa suoraan hidassuodatuksiin. Toisaalta myös tässä tapauksessa voidaan esikäsittelyn avulla pidentää hidassuodattimen käyttöaikaa. Esikäsittelyn tarkoituksena

on vähentää erityisesti raakavedessä olevan raudan määrää hidassuodattimien tukkeutumisen hidastamiseksi.

Esikäsittelyssä käytetään erilaisia biosuodattimia. Biosuodattimia voidaan käyttää raakaveden laadusta riippuen joko yksin tai yhdistämällä esimerkiksi kuiva- ja märkäsuodatin peräkkäin (kuva 1). Yhdistäminen tulee kysymykseen esimerkiksi silloin, kun raakaveden rautapitoisuus on suuri (yli 5 mg/l).

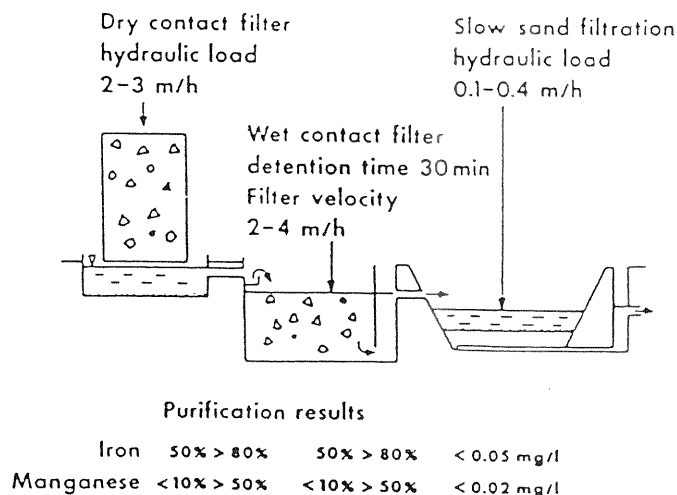
Esikäsittelyä mitoittaessa on lähtökohtana, että suodattusta ei keskeytetä talvikautena, jonka pituus on Etelä-Suomessa noin 4 kuukautta ja Pohjois-Suomessa 5-6 kuukautta. Esikäsittelyn jälkeen suodattimeen johdettavan veden kokonaisraudan määrä tulisi olla tällöin korkeintaan suuruusluokkaa 1-1,5 mg/l.

Suodatinmateriaalina kuiva- ja märkäsuodattimissa on käytetty noin 40-70 mm:n sepeliä. Parhaillaan tutkitaan myös muiden materiaalien kuten muovin käyttöä.

1.3 Hidassuodatus

Hidassuodatus on vedenkäsittelymenetelmä, missä suodatusnopeus on hidas. Käytetyt nopeudet vaihtelevat 0,1-0,5 m/h. Yleisimmin käytetään nopeutta noin 0,1 m/h.

Pohjaveden käsittelyssä poistetaan pääasiassa rautaa ja mangaania, kun pintaveden käsittelyssä tavoitteena on kiintoaineen, orgaanisen aineksen ja bakteerien poistaminen, värin parantaminen sekä hajun ja maun poistaminen. Tästä on seurauksena, että pohjaveden hidassuodattimelle asetettavat teknilliset vaatimukset kuten suodatinmateriaali, suodatinkerrosten ja vesipatjan paksuus, sekä suodatusnopeus ovat jonkin verran pienemmät kuin pintaveden hidassuodattimilla.



Kuva 1. Esikäsittely- ja hidassuodatusyksiköiden rakenne (Hatva 1988).

1.4 Puhdistumisprosessi

Hidassuodatus on luonteeltaan biologis-kemiallinen veden puhdistusmenetelmä, jossa käytetään hyväksi luonnon omaa eliöstöä ja toimintamekanismeja. Edellytykset biotoiminnalle säilyvät, vaikka veden lämpötila laskee käsittelyn aikana alemmaksi kuin pohjaveden lämpötila.

Käsittelyprosessissa olosuhteet muuttuvat asteittain erilaisille biotoiminnoille edullisiksi, jolloin muodostuu rautaa ja mangaania saostavaa biomassaa. Esikäsittelyvaiheessa esiintyy pääasiassa rautaa saostavia rautabakteereja. Oikeiden ympäristöolosuhteiden merkitys kuvastuu erityisesti mangaanin ja ammoniakin hapetuksessa, mikä tapahtuu pääasiassa prosessin loppuvaiheessa hidassuodatuksen yhteydessä.

1.5 Puhdistumistulos

Puhdistumistulos on hidassuodatuksessa erityisesti raudan ja mangaanin suhteen yleensä erittäin hyvä pitoisuuksien ollessa useimmiten alle 0,1 mg/l. Vedessä mahdollisesti oleva ammoniakki hapettuu käsittelyn aikana nitraatiksi ja hiilihapon määrä laskee noin 60 %. Veden happipitoisuus lisääntyy käsittelyn aikana ja on hidassuodatuksen jälkeen suuruusluokkaa 6-9 mg/l. Seuraavassa on esitetty (mitoitukseltaan 250-6 700 m³/d) hidassuodatuslaitoksilta saatuja tuloksia. Näissä laitoksissa esikäsittelynä on käytetty märkäsuodatusta:

Taulukko 1. Raakaveden, esikäsittelyn veden ja käsitellyn veden laatu hidassuodatuslaitoksilla (Hatva 1988)

	Raakavesi		Esikäsitelty vesi		Hidassuodatettu vesi		
	\bar{X}	vaihteluväli	\bar{X}	vaihteluväli	\bar{X}	vaihteluväli	
Fe mg l ⁻¹	2.87	0.24-10.1	1.19	0.13-3.6	0.06	0.02-0.16	11
Mn mg l ⁻¹	0.27	0.12-0.76	0.14	0.07-0.26	0.019	0.0-0.08	11
NH ₄ mg l ⁻¹	0.07	0.02-0.21	0.05	0.02-0.09	0.01	0.0-0.03	11
KMnO ₄ mg l ⁻¹	7.0	1.0-20.0	7.3	1.6-12.0	4.9	1.2-12.0	11
CO ₂ mg l ⁻¹	30.5	7.2-65.9	13.8	2.3-34.0	10.4	0.9-31.9	8
Alk. mval ⁻¹	0.57	0.11-1.87	0.56	0.02-1.83	0.59	0.03-1.91	8
°dH	1.9	0.6-6.0			1.9	0.7-5.3	9
mSm ⁻¹	20.7	5.2-65.0			21.6	6.7-62.0	10

Orgaanisen aineksen vähenemä raudan ja mangaanin poiston yhteydessä on merkittävä, jos tulosta verrataan pintaveden hidassuodatuksessa Suomessa saatuihin kokemuksiin. Orgaanisen aineksen osalta tuloksia on vielä liian vähän menetelmän käyttökelpoisuuden arvioimiseen kaikissa olosuhteissa.

Hidassuodatus on tehokas käsittelymenetelmä myös veden hygieenistä laatua parannettaessa. Muita etuja voivat olla myös erilaisten peptisidien ja raskasmetallien puhdistuminen vedestä sekä hajun ja maun paraneminen.

1.6 Ongelmavesien käsittelystä

Pohjaveden happamuus on vaikeuttanut mangaanin poistoa hidassuodatuksella. Happamien vesien raudan poistossa ei ole sen sijaan esiintynyt ongelmia. Korsnäsin kunnan Mobackenin vesilaitoksella tehdyissä kokeissa pohjaveden pH-arvoa nostettiin etu- ja jälkialkaloinnin avulla. Alkaloivana massana käytettiin kalsiittista kalkkikiveä (Hatva 1989). Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 2. Koesarjassa, jossa etualkalointiin käytettiin dolomiittia, mangaania ei saatu poistettua vedestä.

Taulukko 2. Etu- ja jälkialkaloinnin vaikutus happaman pohjaveden käsittelyyn hidassuodatuksella. Korsnäsin kunnan vesilaitos, Mobackenin vedenottamo. Kenttätutkimukset Vaasan vesi- ja ympäristöpiiri 1987 (Hatva 1989).

	raakavesi	etualkaloitu vesi	esikäsitelty vesi	hidassuodatettu vesi
pH	5.5	6.7	6.9	7.6
CO ₂ mg l ⁻¹	49.0	26.0	16.0	10.0
HCO ₃ mg l ⁻¹	7.3	72.0	68.3	88.5
°dH	2.9	5.7	5.7	6.7
Fe mg l ⁻¹	3.1	2.8	2.2	0.03
Mn mg l ⁻¹	0.23	0.23	0.23	0.008

Raudan poistossa on aiheuttanut ongelmia humukseen sitoutunut kompleksiyhdisteininen rauta, joka ei pidäty hidassuodattimille. Suodatuskokeissa osan raudasta todettiin jäävän 0.1-1.0 µm:n suodattimille (taulukko 3). Puumalan ja Selänmäen vesilaitoksilla tehdyissä kokeissa tutkittiin etualkaloinnin vaikutusta kolloidisen raudan ominaisuuksiin. Tavoitteena oli vaikuttaa negatiivisen varauksen omaavien kolloidihiukkasten sähköisiin ominaisuuksiin siten, että ne saostuisivat hidassuodattimille. Koetuloksia on esitetty taulukossa 4. Raudan

Taulukko 3. Suodatuksen vaikutus orgaanista ainesta sisältävän pohjaveden kokonaisraudan määrään biologisen veden käsittelyn eri vaiheissa. Kenttätutkimukset Kokkolan (Puumala) ja Oulun (Selänmäki) vesi- ja ympäristöpiirit (Hatva 1989).

	Kaustinen, Puumala (koelaitos 28.10.1987)			Selänmäki, Pattijoki (koelaitos 4.11.1987)		
	1	2	4	1	3	4
1 um	1.75	1.65	1.48	2.8	0.99	0.74
0.45 um	1.40	1.33	1.03	2.9	0.50	0.13
0.22 um	1.39	0.90	0.70	2.9	0.51	0.12
0.1 um	1.24	1.24	1.1	2.7	0.48	0.07
ei suodatettu	2.2	1.95	1.67	3.4	1.8	1.2

1 = raakavesi, 2 = esikäsitelty vesi (kuiva- ja märkäsuodatus),
3 = esikäsitelty vesi (kuivasuodatus), 4 = hidassuodatettu vesi

Taulukko 4. Etualkaloinnin vaikutus orgaanista ainesta sisältävän pohjaveden rautapitoisuuteen. Kenttätutkimukset Kokkolan (Puumala) ja Oulun (Selänmäki) vesi- ja ympäristöpiirit (Hatva 1989)

	Puumala, Kaustinen					Selänmäki, Pattijoki		
	22.6.88		11.10.88			(23.3.88)		
	1	3	1	2	3	1	2	3
pH	6.1	7.7	6.0	6.6	6.5	6.1	7.4	7.2
Fe mgl ⁻¹	4.5	0.24	2.1	0.8	0.25	4.0	0.08	0.05
Mn mgl ⁻¹	0.1	0.03	0.12	0.08	0.1	0.09	0.09	0.018
KMnO ₄ mgl ⁻¹	12.0	10.0	12.0	12.0	12.0	13.2	10.8	10.0
hidassuodat- timen pinta- kuorma mh ⁻¹		0.25		0.25				0.0005

1 = raakavesi, 2 = esikäsitelty vesi (Puumala = etuakalointi, Selänmäki = etuakalointi ja märkäsuodatus), 3 = hidassuodatettu vesi

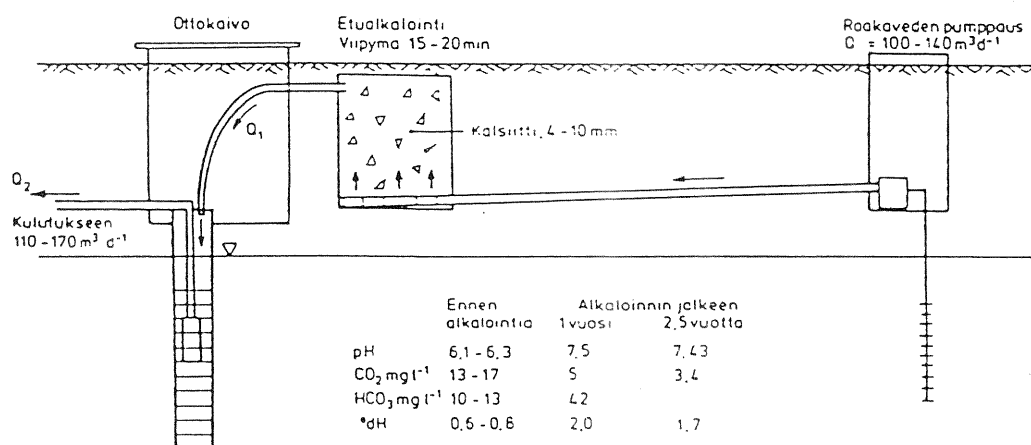
voidaan todeta pidättyneen pääasiassa etuakalointisuo-
dattimeen, joka tukkeutui ajanmittaan. Molemmissa
tapauksissa raakavedessä oli myös siihen liuennutta
happea. Puumalan kokeiden perusteella voidaan todeta,
että raudan saostumisprosessi jatkuu, vaikka veden pH-

arvo laski 11.10.1988 tukkeutumisesta johtuen arvoon 6.6. Pohjaveden laadun vaikutusta biologiseen puhdistusprosessiin ei tunneta yksityiskohtaisesti. Ravinteiden ja biomassan ohella, prosessiin voi vaikuttaa myös muut veden laatutekijät. Puumalan vedenottamolla tehty käsittelykoe viittaisi siihen, että prosessiin vaikuttaa veden pH:n ohella myös pohjaveden kalsium-pitoisuus.

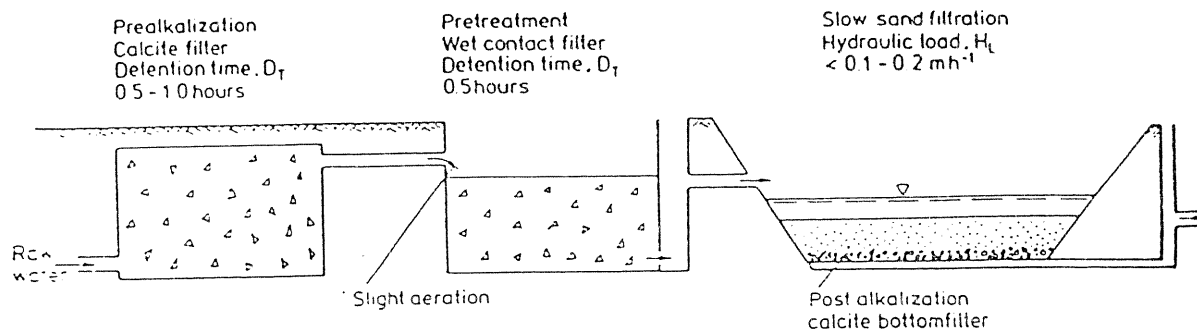
1.7 Pohjaveden alkaloinnista kalkkikivisuodatuksella

Maamme pohjavesistä on valtaosa metalliputkistoja syövyttäviä. Pohjavedet alkaloidaan tämän vuoksi tavallisesti lipää ja kalkkia käyttäen. Eräs vaihtoehto on kalkkikiven käyttö alkaloinnissa. Kokeita kalkkikiven käytöstä on tehty sekä puhtaalla pohjavedellä että raudan ja mangaanin poiston yhteydessä (katso luku 1.6). Puhtaalla pohjavedellä tehdyistä kokeista esitetään esimerkkinä Muonion Hetassa tehtyjen kokeiden tuloksia (kuva 2).

Biologisen käsittelyn kuten hidassuodatuksen yhteydessä alkalointi voidaan tehdä jälkialkalointina tai etu- ja jälkialkalointina (kuva 3). Etualkalointi ei ole yksin suodattimen tukkeutumisesta johtuen riittävä. Kun etualkalointia käytetään tulisi raakaveden olla raudan ja mangaanin saastumisen estämiseksi hapetonta. Jos vedessä on vähänkin siihen liuennutta happea, nousee veden redoxpotentiaali nopeasti ja rauta saostuu ferrihydroksina. Toisaalta jos veden pH nousee etualkaloinnin vaikutuksesta liian korkealle saostuvat rauta ja mangaani karbonaatteina kalkkikiven pinnalle, vaikka vesi on pelkistynyt ja hapetonta (Hatva 1989). Pohjaveden alkalointia kalkkikivisuodatuksella tulee tutkia vielä erityisesti etualkaloinnin osalta koelaitosten avulla.



Kuva 2. Pohjaveden alkalointi kalkkikivisuodatuksella. Periaatepiirros. Kenttätutkimukset Lapin vesi- ja ympäristöpiiri 1985-88.



Kuva 3. Etu- ja jälkialkaloinnin käyttö hidassuodatuksen yhteydessä. Periaatepiirros (Hatva 1989)

1.8 Käyttökokemuksista

Hidassuodatusta on käytetty Suomessa pohjaveden puhdistukseen laitosmittakaavassa vasta muutamia vuosia. Laitosten mitoitustehot vaihtelevat muutamasta sadasta kuutiometristä vuorokaudessa yli 5 000 m³/d. Suurimmat toiminnassa olevat laitokset ovat Tuusulan vesilaitoksen Jäniksenlinna, mitoitus 6 700 m³/d ja Kuopion Reposaaren laitos, mitoitus 5 000 m³/d.

Pohjavesien lämpötila näyttäisi olevan riittävä pohjaveden käsittelyssä tarvittaville biotoiminnoille. Toimintojen käynnistyminen on tosin talvella hyvin hidasta, mutta jatkuu käynnistyttyään. Tällaisia prosesseja ovat erityisesti mangaanin biologinen saostus sekä nitrifikatio. Puhdistumisprosessin käynnistymistä voidaan nopeuttaa tuomalla suodattimella toiselta laitokselta saakka, jossa on runsaasti mangaanibakteereja.

Esikäsittely- ja hidassuodatusyksiköjä ei yleensä kateta, jolloin säästetään rakentamiskustannuksissa. Avonaisten altaiden sallitaan jäätyä talvella, joka tapahtuu lämpötilan laskiessa noin alle -10°C. Talvikaudella laitoksilla ei ole esiintynyt merkittäviä ongelmia.

Lämpiminä kausina avonaisiin esikäsittely-yksikköihin ja hidassuodatusaltaisiin voi muodostua viherlevää. Levän muodostus on kuitenkin ollut yleensä niin vähäistä, ettei siitä ole ollut merkittävää haittaa. Eräissä tapauksissa, kun käytetään raakavettä, jossa on ravinteita kuten fosforia, levän kasvu on vaikeuttanut laitoksen käyttöä. Näissä tapauksissa levän kasvu voitaneen estää kattamalla altaat.

Esikäsittely-yksiköt puhdistetaan huuhtelemalla. Jos raakavedessä on runsaasti rautaa, on esimerkiksi märkäsuolettimien puhdistusta jouduttu tehostamaan suodattimien sisälle asennettavien huuhteluputkien avulla. Huuhteluvälit vaihtelevat märkäsuolettimissa raakaveden laadusta ja käsittelytavasta riippuen viikosta useisiin kuukausiin. Kuivasuolettimissa huuhteluvälit ovat yleensä pitemmät kuin märkäsuolettimissa.

Hidassuodatusaltaat joudutaan puhdistamaan 2-3 kertaa vuodessa. Puhdistuminen tehdään useimmiten käsityönä. Puhdistamisvälejä voidaan pidentää kerran vuodessa tehtäväksi tuomalla laitokselle sopiva rautabakteerikanta (Martti Myllyvirta, suullinen tiedonanto).

1.9 Menetelmän edut ja haitat

Pohjaveden puhdistuksessa hidassuodatuksella voidaan luetteloida seuraavat edut:

- * hyvä puhdistustulos
- * yksinkertainen rakenne ja toimintaperiaate
- * suodattimet ovat ulkona, jolloin kallita laitosrakenteita ei tarvita
- * suodatinmateriaaleina voidaan käyttää hidassuodatuksessa luonnonhiekkaa
- * helppokäyttöinen, ei tarvita jatkuvaa valvontaa
- * kemikaliointia tarvitaan enintään veden alkalointiin
- * suodattimien huuhteluun tarvitaan vähän vettä, prosessissa muodostuvan sakan määrä on pieni
- * käyttö- ja rakentamiskustannukset ovat pienet
- * voidaan käyttää sekä pienten että suurten laitosten pohjavesien puhdistukseen

Haittoja ovat:

- * suurissa laitoksissa tilantarve on suuri
- * käyttöhäiriöiden sattuesssa altaiden nopea jäätyminen talvella
- * suurten hidassuodatusaltaiden puhdistaminen
- * levänkasvu runsaasti ravinteita sisältävissä pohjavesissä
- * avonaisten altaiden likaantumisalttius

2. VYR- JA ERITASOPUMPPAUSMENETELMÄT

2.1 Yleistä

Menetelmät on kehitetty noin kymmenen vuoden aikana kaivojen ja vedenpuhdistuslaitosten rakennustöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja tutkimusten perusteella. Lähtökohtana on ollut toteamus, että pohjaveden laatu saattaa muuttua nopeasti erityisesti raudan ja mangaanin suhteen sekä horisontaali- että vertikalisuunnissa. Veden laatuerot saattavat säilyä vuosikausia aivan vierekkäin rakennetuissakin kaivoissa, joissa vedenotto tapahtuu samalta tasolta.

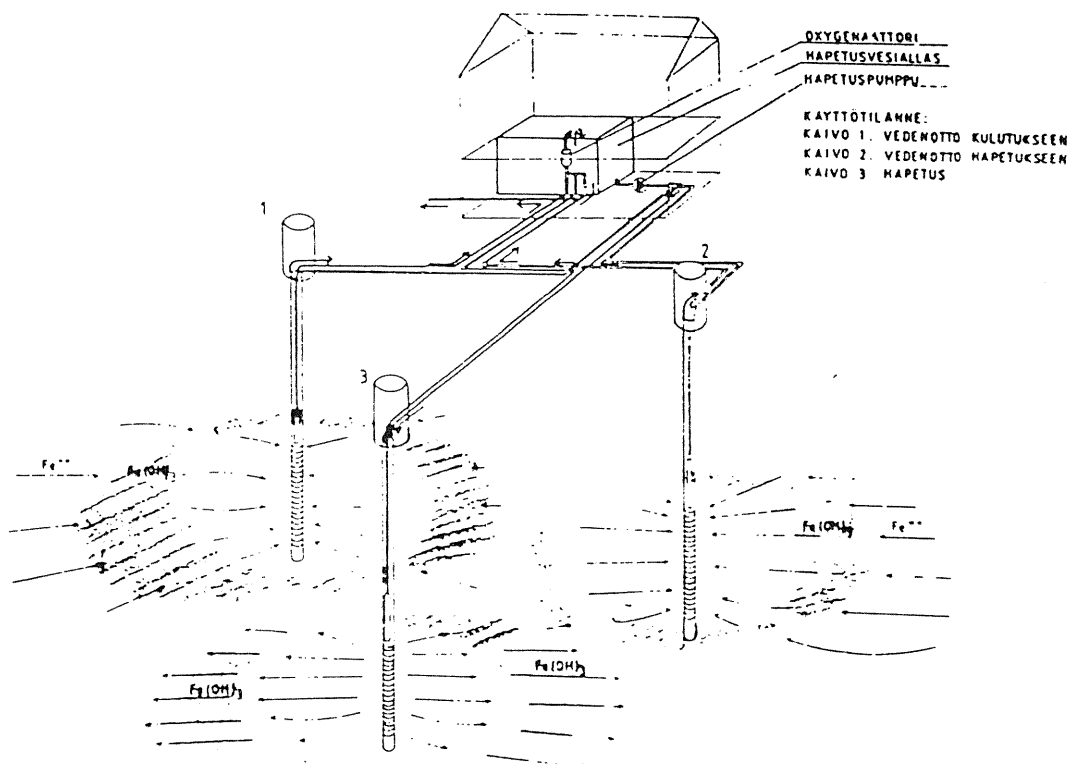
Käytännön rakennustöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toteamuksien tuloksena on ollut ajatus voitaisiinko mainitunlainen raudattoman ja rautapitoisen pohjaveden tasapainotila aikaansaada ja ylläpitää keinotekoisesti. Tämä oivallus johti VYR- ja eritasopumppausmenetelmien kehittämiseen (Reijonen 1983).

VYR-laitoksia on Suomessa käytössä noin 20 laitosta (R. Reijonen, suullinen tiedonanto). Keski-Eurooppaan ja

Yhdysvaltoihin on rakennettu useita kymmeniä laitoksia. Menetelmää on kokeiltu myös Kiinassa. Eritasopumppaukseen perustuvia vedenottoamoita on rakennettu Suomessa 20 kpl (R. Reijonen, suullinen tiedonanto).

2.2 VYR-menetelmä

VYR-menetelmässä hapetus suoritetaan johtamalla ilmastetua raudatonta vettä maaperässä olevaan pohjaveteen. Hapetusjärjestelystä on esitetty esimerkkinä toimintakaavio kuvassa 4.



Kuva 4. Raudan ja mangaanin poisto VYR-menetelmällä.

Kaivojen ja havaintoputkien kautta maaperään tehdyn keinotekoisien hapetuksen avulla saadaan syntymään verraten pysyvä rajapinta, jonka hapettuneella puolella pohjavesi on raudatonta ja pelkistyneellä puolella varsin rautapitoista. Rajapinnassa on todettu runsaasti rauta- ja mangaanibakteereja.

Puhdasvesikaivoista pumpattaessa rautapitoinen, hapeton vesi suodattuu keinotekoisesti muodostetun rautasakkakerroksen läpi, johon vedessä olleet liukoinen rauta ja mangaani pidätyvät.

Menetelmän käyttö edellyttää, että maaperä on hyvin vettä läpäisevää ja käytettävissä on kaivojen sijoituksen kannalta riittävän laaja alue. Kaivoista tulisi olla lisäksi saatavissa riittävästi vettä sekä hapetukseen että kulutukseen.

Hapetuksen avulla tulisi pyrkiä muodostamaan hapetuspisteen ympärille mahdollisimman laajalle ulottuva ja säännöllinen rautasakkavyöhyke, jonka sisäpuolella pohjavesi on hapettuneessa ja ulkopuolella pelkistyneessä tilassa. Mikäli esim. hapetusveden ottopiste on liian lähellä hapetuspistettä, on tästä seurauksena, että hapetusvesi kiertää maaperässä hapetusveden ottopisteestä sen syöttöpisteeseen, ja hapetuksella ei ole juuri vaikutusta veden laatuun.

Pohjaveden virtausolosuhteet voivat vaikeuttaa myös hapetuksen suorittamista. Jos pohjaveden luonnollinen virtausnopeus on liian suuri, kulkeutuu hapetusvesi helposti virtauksen mukana, jolloin hapetuksella ei ole toivottua vaikutusta.

Laitoksen toiminnan tärkeimpiä edellytyksiä on, että hapetusvettä on käytettävissä niin runsaasti, että kaivon lähiympäristö voidaan hapettaa tehokkaasti. Tällöin on pyrittävä siihen, että hapetusvettä syötetään maaperään yhden hapetuksen aikana vähintään kaivon vuorokautista käyttötehoa vastava määrä.

Koska hapetuksen vaikutus on suuressa määrin riippuvainen paikallisista ympäristöolosuhteista, ottotehosta yms. tekijöistä, voidaan lopullinen hapetusohjelma laatia vasta koekäytön perusteella. Laitoksen toiminnan kannalta on kuitenkin oleellista, että hapetus suoritetaan säännöllisin väliajoin ja samalla teholla. Sopiva väliaika hapetuksen välillä on yksi viikko.

2.3 VYR-menetelmän edut ja haitat

Pohjaveden puhdistuksessa VYR-menetelmällä voidaan luetteloida seuraavat edut:

- perustuu luonnonmukaiseen puhdistumisprosessiin
- yksinkertainen rakenne ja toimintaperiaate
- helppokäyttöisyys
- pieni tilantarve
- vähentää kemikalioiden tarvetta
- käyttö- ja rakennuskustannukset ovat pienet
- suojassa likaantumiselta

Haittoja ovat:

- ei sovellu hyvin happamien ja kompleksiyhdisteistä rautaa sisältävien pohjavesien käsittelyyn
- ei sovellu kaikissa hydrogeologisissa olosuhteissa käytettäväksi

2.4 Eritasopumppausmenetelmä

Menetelmässä pumpataan huonolaatuista esimerkiksi rautaa ja mangaania sisältävää pohjavettä siten, että kaivosta pumpattu vesi pysyy hyvälaatuisena. Pumppaus voidaan tehdä samasta kaivosta eri tasolta kuin varsinainen vedenotto. Huonolaatuisen veden pumppaus voidaan tehdä

kaivon pohjalta (liite 1) tai sen muusta osasta, johon huonolaatuista vettä kulkeutuu. Pumppaus voidaan suorittaa myös varsinaisen ottokaivon ulkopuolelta. Eritasopumpatun veden määrä on yleensä pieni kulutukseen pumpatun veden määrään verrattuna.

2.5 Eritasopumppausmenetelmän edut ja haitat

Eritasopumppauksella saavutetaan seuraavat edut:

- yksinkertainen toimintaperiaate
- helppo kokeilla ja toteuttaa
- pieni tilantarve
- suojassa likaantumiselta
- pienet käyttö- ja rakentamiskustannukset

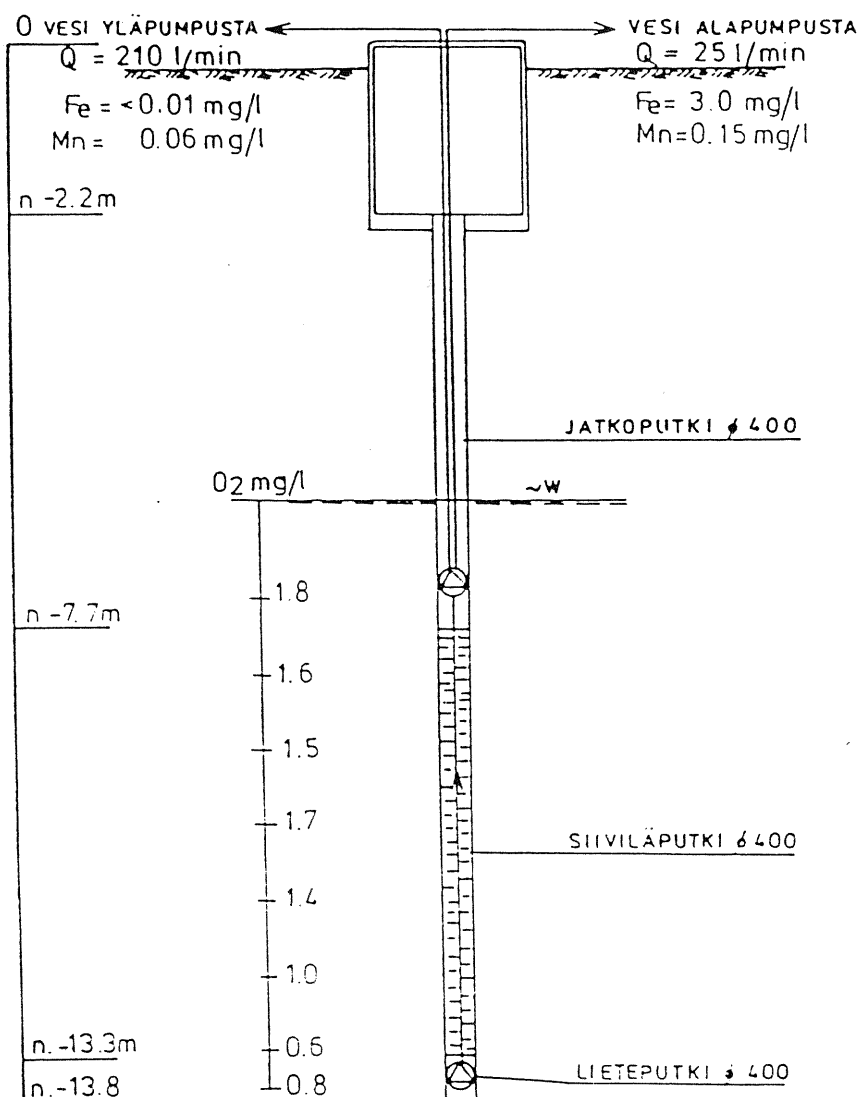
Haittoja ovat:


- ei sovellu kaikissa hydrogeologisissa olosuhteissa käytettäväksi

KIRJALLISUUTTA

- Hatva, T., Efraimsson, J., 1977. Raudan ja mangaanin poisto pohjavedestä jälleenimeytysmenetelmällä.- YVY-tutkimus nro 37: 1-102.
- Hatva, T., Seppänen, H., 1983. Pohjaveden puhdistus hidassuodatusmenetelmällä. - Suomen itsenäisyyden juhlavuoden 1967 rahasto, Sarja A nro 75 :1-109.
- Hatva, T., Seppänen, H., Vuorinen, A., Carlsson, L., 1984. Removal of iron and manganese from groundwater by re-infiltration and slow sand filtration.- Aqua Fennica 15/2. 1984: 211-225.
- Hatva, T., 1988. Treatment of groundwater with slow sand filtration. IAWPRC. Wat. Sci. Tech. Vol. 20, p. 141-147.
- Hatva, T., 1989. Glasifluviaalisissa muodostumissa esiintyvän pohjaveden raudan ja mangaanin esiintymiseen ja luonnonmukaiseen käsittelyyn vaikuttavista tekijöistä Suomessa. Käsikirjoitus (julkaisu 1989).
- Meskus, E., 1986. Raudan poisto kuivasuodattimella.- Uudet biologiset veden puhdistusmenetelmät erikokoisilla laitoksilla. Valtakunnalliset vesihuoltopäivät 11-12.6.1986. Vesihuoltoliitto. Helsinki. Vesitalous nro 6.
- Mälkki, E., Pankakoski, M., Puomio, E-R., Päätaalo, P., 1984. Biologisten vedenkäsittelylaitteiden kehittäminen. - Vesihallitus, tiedotus 244: 99-162.

- Mälkki, E., 1986. Biologinen vedenkäsittely erityisesti pienissä yksiköissä. - Uudet biologiset veden puhdistusmenetelmät erikokoisilla laitoksilla. Valtakunnalliset vesihuoltopäivät 11-12.6.1986. Vesihuoltoliitto. Helsinki. Vesitalous nro 6.
- Mälkki, E., 1988 a. Utilization of biological methods in groundwater treatment. IAWPRC. Wat. Sci. Tech. Vol. 20, p. 129-132.
- Mälkki, E., 1988 b. Biological treatment of groundwater in basins with floating filters-I. Test arrangements and general results. IAWPRC. Wat. Sci. Tech. Vol. 20, p. 179-184.
- Päätalo, P., 1978. Pohjavesitekniikan uusia sovellutuksia: Raudan ja mangaanin poisto pohjavedestä. New applications in groundwater technology: Removal of iron and manganese from groundwater (in Finnish). Pohjaveden hankinnan maastaselvityksiä koskeva kurssi 1978. Mameograph.
- Päätalo, P., 1981. Ammoniakin, mangaanin ja raudan poistokokeet Hituran pohjavedestä hapetus-suodatusmenetelmällä. Removal experiments of ammonia, manganese and iron from groundwater by aeration-filtration at Hiura (in Finnish). Vesihallituksen ja Geologisen tutkimuslaitoksen pohjavesisymposiumi 15-16.10.1981. Vesihallituksen monistesarja 1981: 91: 151-155.
- Seppänen, H., 1988. Biological treatment of groundwater in basins with floating filters-II. Role of microbes in floating filters. IAWPRC. Wat. Sci. Tech. Vol. 20, p. 185-187.
- Reijonen, V., 1983. VYR- ja eritsopumppaus menetelmät. Pohjavesipäivät. Insko 62-83, 3 s.
- Olrikainen, H., 1988. Raudan ja mangaanin puhdistaminen pohjavedestä kuiva- ja hidassuodatuksella. Käsikirjoitus.
- Tanttu, U., 1986. Hidassuodatus. - Uudet biologiset veden puhdistusmenetelmät erikokoisilla laitoksilla. Valtakunnalliset vesihuoltopäivät 11-12.6.1986. Vesihuoltoliitto. Helsinki. Vesitalous nro 6.



A			
Tunn	Lueum	Muutos	
Tässä sekä suunnittelukonteen nimillä osoite		Pirustuksen sisältö	
ILOMANTSIN KUNTA		Mittakaava 1:100	
RAUDANPOISTOTUTKIMUS PUTKELAN OTTAMOLLA		PERIAATEPIIRROS KOEJÄRJESTELYSTÄ	
 MAA JA VESI OY Itälahdenkatu 2. 00210 Helsinki 21 Puh. 90-670121		PIIRT	Työn ja ohjauksen n:o
		SUUNN	Muutos
PAIVAYS	KUOPIO 31.5.1985	K 70432.1	
HYV.	TARK Esko Karkhunen		

Keskustelua:

- Helsingin yliopistossa tehdyssä selvityksessä on todettu, että hidassuodatus pidättää erittäin hyvin raskasmetalleja. Sakasta analysoimalla tämä saadaan paremmin näkyviin kuin vedestä, koska pitoisuudet ovat vedessä pieniä.

TAMPEREEN VESI- JA
YMPÄRISTÖPIIRI
Matti Innamaa

Pohjavesiselvitykset
25. - 26.1.1989

HAJA-ASUTUKSEN VEDENHANKINNAN SUUNNITTELU

Ensimmäiset haja-asutuksen vedenhankinnan suunnitelmat on laadittu yli 40 vuotta sitten. Suunnittelulla on siis varsin pitkät perinteet. Parhaiten hallitaan yhteisen vedenhankinnan yksityiskohtainen suunnittelu. Vaikeuksia tuntuu olevan yleissuunnittelutasolla ja kiinteistökohtaisessa vedenhankinnan suunnittelussa.

1. Haja-asutuksen vedenhankinnan suunnitelmat

Vedenhankinnan suunnitelmat voidaan jakaa seuraavasti:

1.1 Alueellinen yleissuunnitelma

Suunnittelualueena voi olla vesi- ja ympäristöpiiri tai sen osa, myös muunlaisia aluejakoja on käytetty.

Tavoitteet: saada yleiskuva vedenhankinnasta
tietää ratkaisuvaihtoehdot
selvittää kuntien yhteistyömahdollisuudet
tietää kustannusten suuruusluokka
ohjata pohjavesiselvityksiä
ohjata rahoitustukea
aktivoida kuntia ja vedentarvitsijoita.

1.2 Kunnan vedenhankinnan kehittämissuunnitelma

Tavoitteet: inventoida nykytila luotettavasti
selvittää vaihtoehdot ja niiden kustannukset myös kiinteistökohtaisesti
ohjata tarkoituksenmukaisiin ratkaisuihin
välittää tietoa vedentarvitsijoille ja päättäjille
esittää yhteisen ja erillisen vedenhankinnan alueet
esittää hankkeiden kiireellisyysjärjestys tai
esittää kunnan osallistuminen hankkeiden toteutukseen
esittää hankkeet rahoituskelpoisessa muodossa.

1.3 Yksityiskohtaiset suunnitelmat

Tavoitteet: linjauksen vaihtoehtojen tutkiminen
 taloudellisuus ja tarkoituksenmukaisuus
 luotettavuus
 urakointikelpoisuus

2. Suunnitelmien sisältö

2.1 Alueellinen yleissuunnitelma

Sisältö noudattaa yleensä vesihuollon yleissuunnitelman yleistä rakennetta (liite 1). Eräs sovellutus on liitteenä (liite 2). Käytännössä on ollut vaikeata rajata perusselvityksen taso. Mikäli jo tässä vaiheessa selvitettäisiin tarkasti veden saannin ongelmat ja pohjavesivarat, suunnittelu saattaisi kestää jopa vuosikymmenen. Yleensä on rajoitettu viranomaisilla olevaan tietoon ongelmien osalta. Pohjavesivaroista on tyydytty esim. vesi- ja ympäristöpiirin pohjavesiasiantuntijan lausuntoon, joka on syntynyt maastotarkastelun tuloksena.

Normaalista suunnittelukäytännöstä poiketen alustavaa suunnitelmaa ei liene tarkoituksenmukaista laatia, koska lähtötiedot ovat useimmiten varsin puutteelliset. Suunnitteluvaihtoehtokin ovat enemmän tutkimus- ja selvitysongelmia kuin todellisia vaihtoehtoja. Yhteydenpito eri osapuoliin suunnittelun kestäessä on välttämätöntä, koska muutoin valmiista suunnitelmista annetut kriittiset lausunnot saattavat koko suunnitelman kyseenalaiseksi.

2.2 Kunnan vedenhankinnan kehittämissuunnitelma

Lähes jokaisessa kunnassa on ollut taajamia koskeva vedenhankinnan tai vesihuollon yleissuunnitelma. Myöhemmin on erikseen laadittu haja-asutuksen vedenhankintaan yleissuunnitelmia. Näiden pohjalta muodostuu kunnan vedenhankinnan kehittämissuunnitelma (liitteet 3,4,5). Haja-asutuksen yleissuunnitelmia on tällä hetkellä yli puolella Tampereen vesi- ja ympäristöpiirin alueen kunnista (liite 6). Useat suunnitelmat ovat niin ylimalkaisia, että niitä olisi viipymättä tarkastettava.

Suunnittelun ehkä suurimpana vaikeutena on hankkia riittävät perustiedot, jotta suunnitteluvaihtoehtot olisivat realistisia. Tulisi kyllittäin, jopa tiloittain tietää vesiongelmat ja vesivarat.

Mikäli alueellista haja-asutuksen yleissuunnitelmaa ei ole laadittu, voitaneen kuntakohtainen kehittämissuunnitelma laatia puutteellisil-lakin lähtötiedoilla. Tällöin suunnitelmaa tulisi kutsua alustavaksi. Aivan heikoilla lähtötiedoilla ei kannata laatia edes yleispiirteistä suunnitelmaa, koska huonokin suunnitelma maksaa ja saattaa ohjata päätöksiä täysin väärin perustein.

Pohjavesiselvityksiä ei kannata suorittaa, ellei tiedetä kenen tarpei-siin vettä etsitään ja mikä on tarvittava vesimäärä. Näin ollen olisi tarpeen alustavan tai alueellisen suunnitelman perusteella selvittää ainakin kiireellisesti tarvittavat pohjavesivarat ennen lopullisen kehittämissuunnitelman laatimista. Toisaalta kaikkia mahdollisia haja-asutuksen tarvitsemia pohjavesivaroja ei liene mahdollista selvittää etukäteen. Poikkeustapauksissa korkean työttö-myyden kunnissa on voitu tehdä riittävän yksityiskohtaisia selvityk-siä ainakin yhteisen vedenhankinnan tarpeisiin.

2.3 Yksityiskohtaiset suunnitelmat

Yksityiskohtaiset suunnitelmat poikkeavat taajaman vesihuoltosuunni-telmista. Yleensä johdon linjauksessa voidaan väistää kalliot ja pehmeiköt, koska johdon paikka ei ole sidottu kaavamääräyksiin. Mitoitus on tehtävä tarkemmin tarpeettomia kustannuksia välttäten. Jos osuuskunta itse suorittaa työn, kuvitellaan selvittävän vähillä suunnitelmilla. Usein on päinvastoin, vähäinen ammattitaito vaatii täsmälliset suunnitelmat.

3. Suunnittelun ongelmia

Usein vaikuttaa siltä, että suunnittelija tekee suunnitelmat kunnan ja valtion virkamiehiä varten. Yksityisen kiinteistön tai vesiosuus-kunnan kyseessä ollen "viulut" maksaa pääosin vedentarvitsija. Haja-asutuksen vedenhankintasuunnitelmissa tulisi välttää ammattisanas-toa. Esim. investointien diskonttaus, alkalointilaitos ja PVC-putki tulisi määritellä. Suunnitelmia tulisi voida helposti esitellä kylä-kunnissa. Mikäli perusselvitykset, suunnitteluvaihtoehdot ja kustan-nukset esitettäisiin koottuna kylittäin, olisi helpompaa jakaa suunni-telman osia tarvitseville. Kiinteistökohtaisten suunnitelmien esittä-mistapa kehittämis- ja yleissuunnitelmissa kaipaa kehittämistä. Yleiset suositukset ovat liian ylimalkaisia ongelmien ratkaisuksi.

Pohjavesiselvitysten suorittamisajankohta vaikuttaa suunnitelmien

tasoon. Mikäli suunnitelmia joudutaan laatimaan ennen pohjavesiselvityksiä, tulisi puhua alustavasta kehitys- tai yleissuunnitelmasta. Luotettava lähtötietojen saanti tuottaa jatkuvasti vaikeuksia suunnittelussa. Veden laadusta ja saatavuudesta kyselytutkimukset eivät aina anna oikeata kuvaa. Oma kaivo ei miellellään moitita. Liittymishalukkuuteen vastaaminen edellyttää tietoja kustannuksista, joista suunnittelun alkuvaiheessa ei ole tietoja. Lähtötietojen keräämiseen tulee varata riittävästi aikaa, sillä puutteellisista lähtötiedoista johtuen suunnitelmasta saattaa syntyä vain kirjahyllyn täytettä.

Kehittämissuunnitelmien tulisi vastata nykyisten yleissuunnitelmien tasoa, jotta tulevaisuudessakin rahoituskelpoisten suunnitelmien sisältö voitaisiin yksikäsitteisesti määritellä.

OSARAPORTTIEN SISÄLTÖ JA ESITTÄMINEN SUUNNITTELUTARJOUSPYYNNÖSSÄ/ MITÄ ASIOITA TULEE OTTAA HUOMIOON JA PAINOTAA ERITYYPPISESSÄ SUUNNITTELUSSA

1 SUUNNITTELUOHJELMA

- Suunnitteluohjelma/Työsuunnitelma?
- Minkälaisia tarkistuksia alustavaan suunnitteluohjelmaan pitäisi ja voidaan suorittaa tässä vaiheessa.

2 PERUSSELVITYKSET

- Missä muodossa ja minkä tasoista aineistoa voidaan/tulee konsultille luovuttaa
- Mikä on vesi- ja ympäristöpiirin rooli aineiston hankinnassa
- Konsultin/piirin/kuntien työnjako aineiston keräämisessä ja muokkauksessa

3 ENNUSTEET JA TAVOITTEET

- Ennusteiden laatimisperusteet (väestö, liittymisaste ja ominaiskulutus)
- Aikatahtain ja ohjevuodet
- Tavoitteiden määrittelyssä esiin tuotavat asiat (laadullinen näkökulma vaihtoehtojen muodostamisen perustana)

4 SUUNNITTELUVAIHTOEHDOT

- Mitkä ovat perusvaihtoehdot
- Vaihtoehtojen mitoitusperusteet
- Vaihtoehtojen vertailuperusteet
- Kustannusten vertailu: mitä tulee ja miten voidaan vertailla

5 ALUSTAVA SUUNNITELMA

- Millä perusteilla valitaan käsiteltävä(t) vaihtoehto (-ehdot)
- Millä tavalla vaihtoehdon mitoitus tietoja tarkennetaan
- Toteuttamisen ajoitus/Vaiheittain rakentaminen
- Miten kustannuksia tarkastellaan/vertaillaan
- Muuttuvien olosuhteiden huomioon ottaminen/
Suunnitteluratkaisujen joustavuus
- Miten alustavaa suunnitteluohjelmaa laadittaessa voidaan varautua "alustavan suunnitelman" laatimisongelmiin

6 ORGANISAATIO- JA KUSTANNUSTENJAKOEHDOTUS

- Mitä asioita käsitellään
- Vakiotekstit tilanteen mukaan
- Jatkotoimenpiteet?

7 TIIVISTELMÄ

- Tiivistelmän sisällössä keskeiset asiat
 - Painoasuvaatimukset
 - Sopimukseen otettavan kappalemäärän määrittely
 - Kustannukset lisäkappaleista
 - Lausuntopyyntöjen vaatimien kappaleiden maksaja
- _____ . _____ . _____ . _____

TARJOUSPYYNNÖSSÄ YKSILÖITÄVÄT ASIAT

- Kokonaishinta/kiinteä hinta/kattohint
- Työn suorittajat

TARJOUSTEN AVAUS JA KÄSITTELY

_____ . _____ . _____ . _____

LAUSUNTOJEN KÄSITTELY

TOIMENPIDESUOSITUKSET

_____ . _____ . _____ . _____

PIRKANMAAN JA POHJOIS-SATAKUNNAN HAJA-ASUTUS-
ALUEIDEN VEDENHANKINNAN YLEISSUUNNITELMA

SISÄLLYSLUETTELO

- 1 JOHDANTO
- 2 SUUNNITTELUALUE
 - 2.1 ALUEEN RAJAUS
 - 2.2 LUONNONOLOT
- 3 HAJA-ASUTUSALUEIDEN VÄESTÖ JA ELINKEINORAKENNE
 - 3.1 VÄESTÖ
 - 3.2 ELINKEINORAKENNE
 - 3.3 VÄESTÖNKEHITYS
 - 3.4 ASUTUKSEN SIJOITTUMINEN JA PYSYVYYS
- 4 VESIHUOLLON NYKYTILA
 - 4.1 VESIVARAT
 - 4.11 POHJAVESIVARAT
 - 4.12 PINTAVESIVARAT
 - 4.2 VEDENHANKINNAN NYKYTILA
 - 4.3 SUUNNITTELUTILANNE
 - 4.4 VEDENHANKINNAN JÄRJESTÄMISTARVE
 - 4.41 VEDENHANKINNAN ONGELMAT
 - 4.42 ONGELMA-ALUEET
- 5 SUUNNITTELUPERUSTEET JA TAVOITTEET
 - 5.1 VEDENKULUTUS
 - 5.2 TALOUSVEDEN LAATUVAATIMUKSET
 - 5.3 YHTEISEN VEDENHANKINNAN TOTEUTTAMISEN EDELLYTYKSET
 - 5.4 JÄTEVESIEN KÄSITTELY
- 6 TOTEUTTAMISVAIHTOEHDOT
 - 6.1 NYKYISTEN VERKOSTOJEN LAAJENNUS
 - 6.2 ERILLINEN LAAJAMUOTOISEMPI YHTEISHANKE
 - 6.3 KIINTEISTÖKOHTAINEN TAI MUUTAMAN TALOUDEN YHTEINEN VEDENHANKINTA
 - 6.4 VEDENHANKINTATAVAT
 - 6.5 KUSTANNUKSISTA
- 7 YLEISSUUNNITELMA
- 8 JATKOTOIMENPITEET
- 9 KUNTAKOHTAISET VEDENHANKINNAN JÄRJESTÄMISMAHDOLLISUUDET

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

sivu

JOHDANTO

1	PERUSSELVITYKSET	1
	1.1 Yleistä	1
	1.2 Väestö, karja, teollisuustyöpaikat ja laitokset	1
	1.3 Nykyiset vesilaitokset	2
	1.4 Nykyinen vedenkulutus	3
	1.5 Nykyiset viemärilaitokset	4
	1.6 Nykyinen jätevesikuormitus	5
	1.7 Pohjavesivarat	6
	1.8 Pintavesivarat	7
	1.9 Luvat ja vesioikeuden päätökset	7
2	ENNUSTEET JA TAVOITTEET	9
	2.1 Väestö, karja, teollisuustyöpaikat ja laitokset	9
	2.2 Vesihuoltotekniset ennusteet	10
	2.3 Nykyisten vesihuoltolaitosten kapasiteetin riittävyys	15
3	SUUNNITELMAVAIHTOEHDOT	16
	3.1 Suunnitteluperusteet	16
	3.2 Suunnitelmavaihtoehdot	17
4	ALUSTAVA SUUNNITELMA	27
	4.1 Vedenhankintasuunnitelma	27
	4.2 Jätevesien käsittely	31
5	TOTEUTTAMISORGANISAATIO, KUSTANNUSTENJAKO JA RAHOITUSVAIHTOEHDOT	33
	5.1 Toteuttamisorganisaatio	33
	5.2 Kustannustenjako	34
	5.3 Rahoitusvaihtoehdot	34
6	TOTEUTUKSEEN TÄHTÄÄVÄT TOIMENPITEET	35

KUNNAN HAJA-ASUTUSALUEIDEN VESIHUOLLON
YLEISSUUNNITELMA

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

	sivu
1	TIIVISTELMÄ
	Suunnittelun tarkoitus ja toteutus
2	PERUSTIEDOT
2.1	Kartta-aineisto
2.2	Väestö ja karjatalous
2.3	Kehitysnäkymät ja -ennusteet
2.4	Osa-aluejako
2.5	Veden riittävyys ja laatu osa-alueittain
2.6	Nykyinen vedenhankinta
2.7	Paikalliset vedenhankintamahdollisuudet
3	SUUNNITTELUPERUSTEET
3.1	Yleiset suunnitteluperusteet
3.2	Linjausperusteet
3.3	Mitoitusperusteet
3.4	Kustannusten laskentaperusteet
4	YLEISSUUNNITELMA
4.1	Osahankkeiden suunnitteluvaihtoehdot
4.2	Toteutuskustannukset
4.3	Tunnusluvut
4.4	Yleissuunnitelma osahankkeittain
4.5	Osahankkeiden kiireellisyys
4.6	Vesihuollon järjestäminen yhteisen vesi- huollon ulkopuolelle jäävillä haja-asutus- alueilla
4.7	Jätevesien käsittely
4.8	Organisaatiomallit
4.9	Haja-asutuksen rahoitusjärjestelmät

LIITTEET





K E H I T T Ä M I S S U U N N I T E L M A

- kunnan kunkin osa-alueen vedenhankinnan todennäköinen toteutustapa
- vedenottamoiden sijainti ja antoisuus
- runkolinjojen sijainti ja alustava mitoitus
- vedenkäsittelytarve ja käsittelymenetelmä
- kustannustarkastelut
- ehdotus siitä, miten kunta osallistuu vedenhankinnan järjestämiseen haja-asutusalueilla
- suunnitelma vedenhankinnan organisoimisesta

Kunnallisliitto 1985

TAMPEREEN VESIPUURIN ALUEEN
HAJA-ASUTUKSEN VESIHUOLLON
SUUNNITTELUTILANNE 1.9.1980



-  vedenhankinnan järjestelyt pääosin suoritettu
-  vedenhankinnan yleissuunnitelma laadittu koko kunnan alueelle
-  pääosa haja-asutuksen vesihuollosta suunniteltu
-  suunnittelutyö käynnissä

Esko Mälkki
 Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri

HAJA-ASUTUKSEN VEDENHANKINNAN KEHITTÄMISPROJEKTI

1 KEHITTÄMISEN PERUSTEITA JA LÄHTÖKOHTIA

HAJA-ASUTUKSEN VEDENHANKINNAN TAVOITE

Haja-asutuksen vedenhankinnan tavoitteeksi on asetettu hyvälaatuisen paineveden saaminen kaikelle pysyvälle asutukselle. Tavoitteen saavuttamiseen pyritään vesihuollon toteuttamisratkaisuista riippumatta, ts. jokainen kiinteistö on vedenhankintaa ajatellen tasa-arvoinen. Puutteellisesta vedenhankinnasta kärsivien talouksien määrä on nykyarvion mukaan n. 180 000 kpl.

TOTEUTUMISEDELLYTYKSET NYKYTOIMINNOIN

Yhteisvedenhankintaa toteutetaan käyttäen lähinnä epätasaisesti jakautuneita harjupohjavesilähteitä sekä niissä soveltamiskelpoista, sinänsähyväksikoeteltua pohjavesiteknikkaa. Yhteisvedenhankinnan kustannus on toteutuksen osalta pääosin luokkaa 30 000 - 40 000 mk/talous.

Tällä menettelyllä päästään taloudellisista syistä tuskin enempään kuin 30 - 40 % toteutusasteeseen maan pääosassa, länsirannikkoa ja joitain maan pohjoisosan alueita lukuunottamatta. Kiintiön kasvattaminen ilman huomattavia lisäkustannuksia on vaikeaa, ellei löydetä keinoja paikallisiin vesivaroihin perustuvan yhteisvedenhankinnan kehittämiseen, mihin vedensaannin puolesta kyllä olisi edellytyksiä. Veden "etsinnän" kustannukset ovat näissä hankkeissa tosin varovaisestikin arvioiden yli kolmenkertaiset edelliseen verrattuna, mutta työ mahdollistaa itse toteutuksessa huomattavia säästöjä.

Valmius kiinteistökohtaisen vedenhankinnan parantamiseen, joka kaikessa tapauksessa tulee käsittämään ainakin puolet (n. 90 000) taloutta) nykyisin vielä vailla vesihuoltoa olevasta haja-asutuksesta, on toistaiseksi erittäin heikko.

VEDENSAANTITILANNE

Yhteisvedenhankinnan ulkopuolella olevien kiinteistöjen vesitilannetta on pidettävä josain määrin jopa hälyttävänä. Veden riittämättömyys ja huono luonnollinen laatu aiheuttavat ongelmia ainakin kolmanneksessa talouksista. Kaivovesien hygieeninen tila on yleisesti ala-arvoinen; käytännössä yli 2/3 talouskaivojen vesistä on enemmän tai vähemmän likaantuneita erityisesti puutteellisista kaivorakenteista johtuen. Pohjavesien syövyttävyyden aiheuttaa kiinteistöissä mittavana pidettäviä, toistaiseksi vielä vähän tiedostettuja haittoja, joiden suuruutta pitäisikin selvittää.

JOHTOPÄÄTÖKSET KEHITTÄMISTARPEISTA

Sen ohella, että nykytoiminnoin ei ole ylipäänsä lainkaan mahdollisuuksia päästä koko haja-asutuksen käsittävän vedenhankinnan toteuttamiseen, sitä nyt suunnitellaan perustuen ratkaisuihin, joissa todellisia vedensaintivaihtoehtoja ja vedenhankinnan järjestelymahdollisuuksia ei tunneta.

Uudenmuotoisen, kokonaisvaltaisen vedenhankinnantavoitteena on päästä kohtuullisella, noin 15 vuoden aikajänteellä alussamainittuun tavoitteeseen; vedenhankinnankustannukset myös optimoiden. Lähtökohtana tällöin on:

- Yhteisvedenhankintaa, missä sitä voidaan toteuttaa kohtuullisiksi katsottavin kustannuksin, pyritään edistämään luomalla edellytykset paikallisten vesivarojen hyödyntämiseen.
- Kiinteistökohtaiseen vedenhankintaan luodaan ne edellytykset, jotka vielä toistaiseksi puuttuvat.
- Vedenhankinnan suunnitteluesittää kullakin alueella ratkaisut kokonaisuutena.

Näistä ensimmäinen on tehtävänä selkeä ja vaatii lähinnä vain pääpiirteissään jo tunnetun tekniikan kokeilua, soveltamisen kehittelyä sekä tiedon kerääntymistä siitä, miten pitkälle ja minkälaisin kustannuksin paikallisten vesivarojen hyödyntämisessä on mahdollisuus päästä.

Kiinteistökohtaisen vedenhankinnan parantamisen tekniset suuntaviivat ovat myös varsin hyvin tunnettuja, joskin laajaa soveltamiskokeilua tarvitaan. Erittäin merkittävänä ja uudenmuotoisena työnä kohoaa pienhankkeiden toteuttamisen organisointi ja tehokkaan kuntatoiminnan muodostuminen.

HAJA-ASUTUKSEN VEDENHANKINNAN KEHITTÄMISPROJEKTI

Haja-asutuksen vedenhankinnan kehittämiseksi on vesi- ja ympäristöhallinnossa aloitettu erityinen kehittämisprojekti, jota toteutetaan Kuopion läänin Leppävirran, Keski-Suomen läänin Viitasaaren, Mikkelin läänin Juuan, Pohjois-Karjalan läänin Juuan sekä Oulun läänin Puolangan kunnissa. Projektia johdetaan Kuopion vesi- ja ympäristöpiiristä käsin. Työsuunnitelman mukaisesti kohdekunnat ovat palkanneet mm. vesineuvojat, joille Kuopion vesi- ja ympäristöpiirin toimesta on annettu koulutus. Kehittämistyön tuloksia on tarkoitus välittömästi soveltaa ja käyttää hyödyksi koko maassa. Projektin organisaatio on esitetty liitteessä 1.

Projektin suunniteltu kesto aika on kolme vuotta (1987-1989). Vuodelle 1987 sille valtion tulo- ja menoarviossa myönnettiin 770 000 mk, vuodelle 1988 800 000 mk.

Projektin keskeisiä tavoitteita (liite 2) ovat:

- Vedenhankinnan toteutusjärjestelmien kehittäminen
- Pohjavesitekniikan ja suunnittelun kehittäminen

Edellisessä on painopisteenä erityisesti tehokkaan kunta-toiminnan luominen. Mitä se on?

On sanottu, että kunnille kuuluu päävastuu haja-asutuksen vedenhankinnan kehittämisestä. Se on helppo sanoa, mutta käytännön toimenpiteet ovat monin verroin mutkikkaammat. Jos voidaan muodostaa yhteisvesihankkeita on työ jossain määrin jo rutiinia. On kuitenkin todettava työn painopistealue: yksittäisten kiinteistöjen tilanteen parantaminen, mikä on rutiinista kaukana.

Erään ratkaisun kuntatyöhön tarjoaa vesineuvonnan järjestäminen. Sana "neuvonta" on jossain määrin karsinoitunut, koska vesineuvojatyö on monitahoinen. Kuntien palkkaamat vesineuvojat voivat varsin pitkälle toteuttaa vedenhankinnan kehittämistyötä suorittamalla vesiongelma kartoituksia (liite 3), koordinoimalla vedenhankinnan kehittämissuunnittelua sekä edistämällä yksittäisten kiinteistöjen parantamistoimenpiteitä.

Kokemukset vesineuvontatyöstä ovat tähän mennessä olleet erittäin positiivisia.

Kuntakohtaisen toiminnan eräs nykyinen epäkohta on kirjava rahoitustuki. Kun kunnallisella perusrahoituksella ilmeisesti on aivan keskeinen merkitys myös kuluttajan aktiivisuuden kannalta, pitäisi kiireellisesti pystyä luomaan yhtenäinen vähimmäisvaatimukset täyttävä rahoitustuki, josta edistyneimmät kunnat voisivat sitten edetä ylöspäin. Kuten tunnettua, kunnallinen rahoitustukikäytäntö on kirjava ja osin tuki kokonaan puuttuu.

Jälkimmäisen sektorin osalta haja-asutuksen vedenhankinnan kehittämisprojektin työ keskittyy erityisesti ns. pien-vesivarojen hyödyntämistekniikan selvittelyyn, joka paljolti poikkeaa perinteisestä.

Tutkitaan kalliovesien hyödyntämistä, mikä on saanut aikaisemmin oman, aivan väärän leimansa. Tosiasia on, että kalliovesi on yleisin maamme pohjavesivara. Summittaiselakin kaivonporauksella voidaan saada yhden kiinteistön tarvetta vastaava määrä vettä, jos otetaan huomioon alan urakoitsijoiden antama vesitakuu (selväsanaisesti) ja sen edellyttämät toimenpiteet. Vedenhankinnan suunnittelun kannalta on enemmän mielenkiintoa sillä tosiasialla, että yhteisvedenhankintaa varten on mahdollista tutkimalla löytää yleisesti 50 - 100 m³/d antavia kohteita normaaliolosuhteissa. Projektikokemukset ovat toistaiseksi olleet varsin lupaavia.

Moreenimaat - maan pinta-alasta yleisin osa - antavat yleensä riittävästi vettä yhden talouden tarpeisiin. Tutkimus- ja kaivonrakentamistekniikka kaipaa uudistumista, mitä selvitetään.

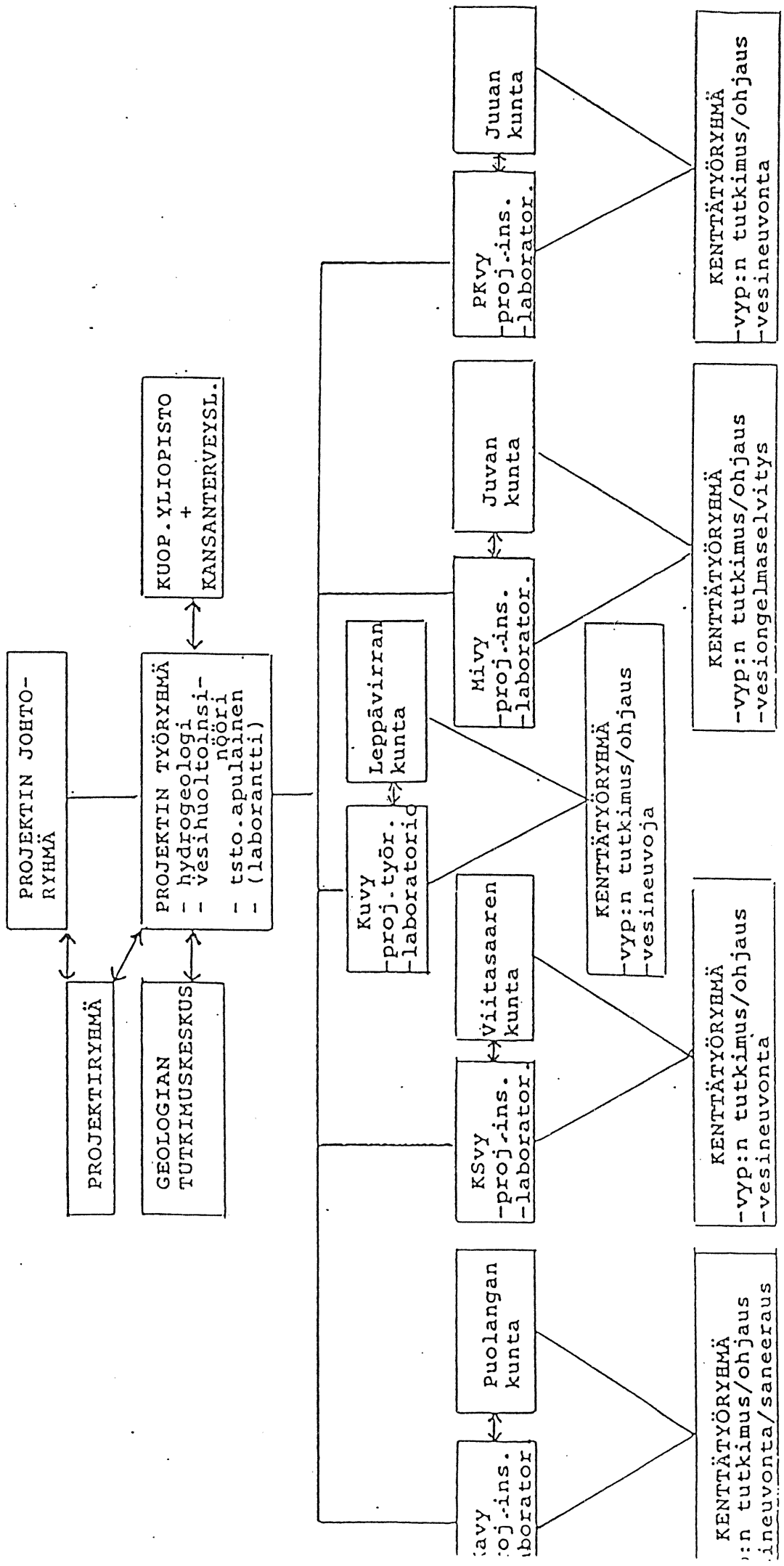
Vedenkäsittely on ongelma-alue. Projektin tavoitteena on etsiä keinoja käsittelyongelmien ratkaisuihin alkaen veden syövyttävyydestä ja erityisesti pyrkien raudan ja mangaanin poistoon. Vedenkäsittelyn onnistuminen on lähtökohta pien-vesivarojen hyödyntämiselle.

Projektin eräänä osa-alueena on alan yritystoiminnan mahdollisuuksien selvittäminen.

Projektikokemukset ovat tähän mennessä olleet lähes kauttaaltaan myönteiset. Projektin myötä on samalla käynnistynyt pohjaveteen ja vedenhankintaan liittyvä sellainen laajasisältöinen - vaikkakaan ei läheskään kattava perustyö, joka suurelta osin on tähän mennessä maastamme puuttunut. Tämänkaltaiselle sovelletulle työlle tarvittaisiin pitkäjänteistä jatkuvuutta.

Kuten edellä on todettu, uudenmuotoinen vedenhankinnan kehittämistyö vaatii entistä enemmän koko vedenhankintaa palvelevaa perustyötä ja erityistekniikkaa, joka valitettavasti on nykyisellään erittäin puutteellinen ja vesihuoltoon lisäkustannuksia aiheuttava. Luultavasti tätä tosiasiaa ei täysin tiedosteta.

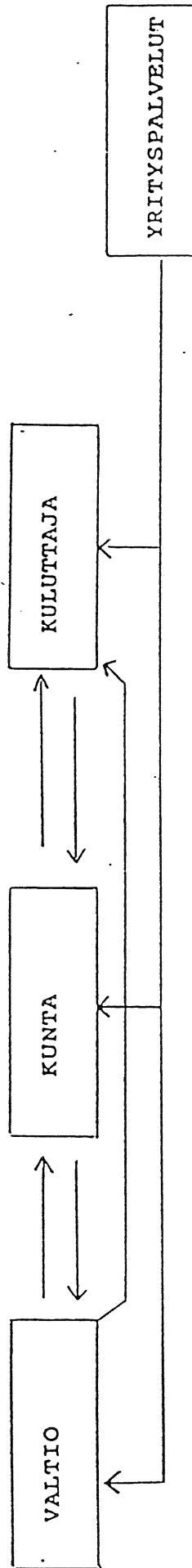
HAJA-ASUTUKSEN VEDENHANKINNAN KEHITTÄMISPROJEKTI



HAJA-ASUTUKSEN VEDENHANKINNAN KEHITTÄMISPROJEKTIN PÄÄTAVOITTEET:

KOKO HAJA-ASUTUKSEN VEDENHANKINTAA PALVELEVAN TOIMINNAN/TOIMINTAJÄRJESTELMIEN LUOMINEN JA TEKNIIKAN KEHITTÄMINEN

1. JÄRJESTELMÄN PÄÄTOTEUTTAJAT JA -TOIMINNOT



- vesilähteiden selvitykset
- vesiongelman selvitykset
- omatoiminen vesi- ja suojelu
- tilanteen parantaminen tai työhön osallistuminen
- vedenhankintatyön suunnittelu
- vedenhankintatyön suunnittelu
- saneeraus suunnittelu
- vesilähteen suojelu
- rahoitus
- saneeraus suunnittelu
- vesineuvontapalvelut
- perustutkimus- ja kehitystyö
- toteutus/toteutuksen ohjaus
- rakentamispalvelut
- vesihuoltosuunnittelu

2. POHJAVESITEKNIIKAN JA SUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN

- pienvesivarojen tutkimustekniikka
- kaivotekniikka
- vedenkäsittely
- vedenhankinnan kehittämissuunnittelu

VESITIEDOKORTTI

LIITE 3

Peruskartan nro: _____ Tunnus: _____ Päivämäärä: _____ Kuntanumero: _____

Kunta: _____ Vyp: _____

Kylän nimi: _____

Tilan nimi: _____ Tilan rekisterinro: _____

Omistajan nimi: _____ Puhelinnro: _____

Lähiosoite: _____

Postinro: _____ Postitoimipaikka: _____

Kaista: _____ Pohjoiskoordinaatti: _____ Itäkoordinaatti: _____

Maidontuotantotila: 0 ei 1 kyllä

Veden tarve m³/d: _____ Veden puutteen alkukuukausi: _____

Muita kaivoja : 0 ei 1 kyllä loppukuukausi: _____

Tiedot kaivopaikasta: Peruskartan nro: _____ Tunnus: _____

Pohjoiskoordinaatti: _____ Itäkoordinaatti: _____

Sijainti: 1 pihapiiri 2 pelto 3 metsä 4 maki 5 rinne 6 alava maasto

Luomautukset ympäristöstä: _____

Tiedot kaivosta:

Tyyppi: 1 kivipuitte 2 betonirengas 3 kallio 4 muu 5 lähde 6 pintavesi

äpimitta m: _____ Vedenpinnan etäisyys kannesta m: _____

Kaivon syvyys m: _____ Pumppauskorkeus m: _____

Kannen korkeus m: _____ Syventämismahdollisuus: 0 ei 1 kyllä

Rakenteiden kunto: 1 hyvä 2 tyydyttävä 3 huono

Veden riittävyys: 1 antoisa 2 hyvä 3 ajoittain riittävä 4 jatkuva vesipula

Veden laatu:

Vesinäyte otettu: 1 kaivo 2 talouskeskus 3...5 mahd. lisäkaivot tärkeysjärj.

Näyte: Yleiskuvaus: 1 hyvä 2 tyydyttävä 3 huono Väri: 1 väritön 2 värillinen

Värityyppi: 1 kirkas 2 opalisoiva 3 samea Selvästi rautapit.: 0 ei 1 kyllä

Syövyttävä: 0 ei 1 kyllä Haju: _____ Maku: _____

Analyysit:			
väri	mg Pt/l	pH	sähkönj.
kok.kovuus	dh	KMnO ₄ -kul.	20ms/m
kok.rauta	mg Fe/l	rauta+ilm.suod.näytteessä	hiilidiok.
ammonium	mg NH ₄ /l		mg CO ₂ /l
nitraatti	mg NO ₃ /l	kloridi	mangaani
koliform.bakt.	kpl/100ml	fekaaliset streptokokit	mg/Mn/l
			nitriitti
			mg NO ₂
			fekaal. kolif. bakt.
			param.nro
			arvo
			param.nro
			arvo

Jätevesijärjestelyt:

Asuinrakennuksen viemärointi: 0 ei 1 kyllä

arjarakennuksen viemärointi: 0 ei 1 kyllä

Purkupaikan etäisyys vesistöstä m: _____

Vesihuoltojärjestelyt:

Naapureiden kanssa yhteinen: 0 ei 1 kyllä

Haluaako liittyä: 0 ei 1 kyllä

Oma esitys parannuksiksi: _____

Etäisyys yhteisestä vesijohdosta m: _____

Etäisyys yhteisestä viemäristä m: _____

Laitetiedot: (Tyyppi-mistä laitteesta on kyse esim. painesäiliö, raudanpoisto)

(Kunto= 1 hyvä 2 tyyd. 3 huono)

Laitenro	Tyyppi	Tilavuus	Teho	Hankintavuosi	Materiaali	Kunto
1.						1 2 3
2.						1 2 3
3.						1 2 3
4.	Vesijohto ø mm =					1 2 3
5.	Viemäri ø mm =					1 2 3

Lähetiedot:

(Laatu: 1-hyvä 2-tyydyttävä 3-huono)

No Paikka: _____ Suunta: _____ Etäisyys m: _____ Yliv. m³/d: _____ Laatu: 1 2 3

No Paikka: _____ Suunta: _____ Etäisyys m: _____ Yliv. m³/d: _____ Laatu: 1 2 3

No Paikka: _____ Suunta: _____ Etäisyys m: _____ Yliv. m³/d: _____ Laatu: 1 2 3

Toimenpidetavoitteet

(0 = ei 1 = kyllä)

Toimenpideluokka: 1 2 3 4 5 6

Saneeraus	0	1				Uusi maakaivo	0	1
Vesijohtot	0	1				Uusi kallioakaivo	0	1
Säilio	0	1				Vesihuoltosuunnitelma	0	1
Pumppu	0	1				Jäteveden käsittelyä tehostettava	0	1
Vedenkäsittely	0	1				Jäteveden purkupaikka vaihdettava	0	1

Omistajan allekirjoitus-----
Muun täyttäjän allekirjoitus

YHTEENVETO ARVIOINTILOMAKKEISTA

- Arviointilomakkeen täyttäjistä 15 % on töissä vesi- ja ympäristöhallituksessa ja loput 85 % vesi- ja ympäristöpiireissä.
- Osanottajista suurin osa piti koulutustilaisuuden käytännöntoteutusta hyvin hoidettuna. Tyydyttävän arvion antaneet kaipasivat tiivistelmiä esitelmistä ja/tai istuivat luentosalin takaosissa eivätkä saaneet piirtoheitinkalvoista selvää.
- 79 % vastaajista oli sitä mieltä, että tilaisuudelle asetetut opetukselliset tavoitteet toteutuivat hyvin. Puutteina pidettiin liian suurta asiamäärää, joten keskusteluun ja käytännönkokemusten vaihtamiseen ei jäänyt tarpeeksi aikaa.
- Arviointilomakkeisiin vastanneet osallistujat pitivät työnsä kannalta tärkeimpinä aiheina käytännön kokemuksia pohjavesitutkimuksista ja menetelmistä sekä pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitustyötä. Jatkokoulutusta halutaan pääasiassa samoista aiheista.
- Koulutustavoitteiden toteutumiseksi pitäisi koulutukseen päästä vesi- ja ympäristöpiireistä niiden henkilöiden, jotka tarvitsevat opastusta ja uutta tietoa työssään. Vesi- ja ympäristöpiirien kesken toivottiin lisää tiedonvälitystä. Pohjavesiselvitykset - koulutustilaisuus sai kiitokset edellä mainitusta tiedonvälityksestä.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS

OHJELMA

POHJAVESISELVITYKSET

Aika: 25.-26.1.1989

Paikka: valtion virastotalo,
Uimalankatu 1, Tampere25.1.1989

9.30	Avaus	
9.45 - 10.15	Pohjavesiselvitykset - vesi- ja ympäristöhallinnon toiminta ja tavoitteet	Antti Jokela
10.15 - 11.00	Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitustyön toteuttaminen (kokemuksia)	Paavo Päättalo
11.00 - 11.45	Esimerkki pohjavesiesiintymän perusteellisesta tutkimisesta	Pekka Kiviniemi
11.45 - 12.00	Keskustelua	
12.00 - 13.00	Lounas	
13.00 - 14.00	Esimerkkejä ongelmista, joita voi tulla tutkimus- ja koepump- pauslupien suhteen sekä ennakko- tapaus oikeuspäätöksestä	Aulis Korhonen, Matti Innamaa
14.00 - 14.30	Kahvi	
14.30 - 15.00	Porakaivot ja niiden koe- pumppaus	Esa Rönkä
15.00 - 15.15	Urakkasopimusmalli kaivon- poraukseen	Ilmo Kivimäki
15.15 - 15.45	Porakaivotiedosto	Jorma Mäkelä
15.45 - 16.15	Keskustelua	
17.00 - 19.00	Kaivonporauslaitteet ja kaivo- jen poraaminen	DI Heikki Ranta, Tamrock, Driltech; Myllypurontehdas, Pihtisuluntie 9

26.1.1989Kokemuksia vesi- ja ympäristöhallinnon
uusista kenttätutkimusvälineistä:

8.30 - 9.00	Vasaraseisminen luotaus	Jorma Mäkelä
9.00 - 9.15	Sähköinen vastusluotaus	Tapio Strandberg
9.15 - 9.30	Kenttäanalyysointori	Matti Vänskä
9.30 - 10.15	Uutta pohjaveden virtauksen ja kaivon antoisuuden määrityk- sestä	Risto Reijonen; Veli Reijonen Oy
10.15 - 11.00	Raudan ja mangaanin poisto pohjavedestä	Tuomo Hatva
11.00 - 11.15	Keskustelua	
11.15 - 12.15	Lounas	
12.15 - 13.00	Haja-asutuksen vedenhankinnan suunnittelu	Matti Innamaa
13.00 - 13.45	Haja-asutuksen vedenhankinnan kehittämisprojekti	Esko Mälkki
13.45 - 14.00	Kahvi	
14.00 - 14.30	Päätöskeskustelu ja tilaisuuden päättäminen	

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS

POHJAVESISELVITYKSET 25. - 26.1.1989 TAMPEREELLA

Hevy	tarkastaja	Heimo Tuomola
	suunnittelija	Heli Herkamaa
	vanhempi insinööri	Klaus Munsterhjelm
	suunnittelija	Taina Nysten
Tuvy	hydrogeologi	Ulla-Maija Liski
	insinööri	Jyrki Lammila
Tavy	insinööri	Matti Innamaa
	tarkastaja	Ilmo Kivimäki
	rakennusmestari	Esa Saarnio
	hydrogeologi	Matti Vänskä
Kyvy	rakennusmestari	Antti Purho
Mivy	rakennusmestari	Aulis Iivanainen
	työnjohtaja	Hannu Miettinen
Kuvy	v- ja y-piirin johtaja	Reijo Porttikivi
	hydrogeologi	Esko Mälkki
	hydrogeologi	Aarno Särkioja
	rakennusmestari	Jorma Eronen
	rakennusmestari	Unto Sauramäki
PKvy	tarkastaja	Leo Turunen
	rakennusmestari	Eero Liimatta
Vavy	vanhempi insinööri	Aulis Korhonen
	diplomi-insinööri	Riitta Hanhimäki
	vanhempi rakennusmestari	Matti Iso-Tuisku
KSvy	hydrogeologi	Jorma Mäkelä
	suunnittelija	Muhammad Abedi
	rakennusmestari	Juha Vuorenmaa
Kovy	vesihuoltoinsinööri	Paavo Päätaalo
	rakennusmestari	Esko Korkeakangas
Ouvy	hydrogeologi	Mikko Jaako
	rakennusmestari	Aarne Miettunen
Kavy	rakennusmestari	Olli Haataja
	suunnittelija	Heikki Kovalainen
	insinööri	Pekka Kiviniemi
Lavy	geologi	Heikki Hautala
	rakennusmestari	Lauri Seppälä
VE/rat	toimistoinsinööri	Jukka Ruohtula
VYL/hyt	geohydrologi	Jouko Soveri
ttt	tutkija	Tapio Strandberg
	hydrogeologi	Tuomo Hatva
VY/knt	toimistopäällikkö	Antti Jokela
	geologi	Esa Rönkä
	diplomi-insinööri	Tapani Suomela
Saanio &	Riekkola:	
	diplomi-insinööri	Auli Niemi
YM	suunnittelija	Marketta Virta

